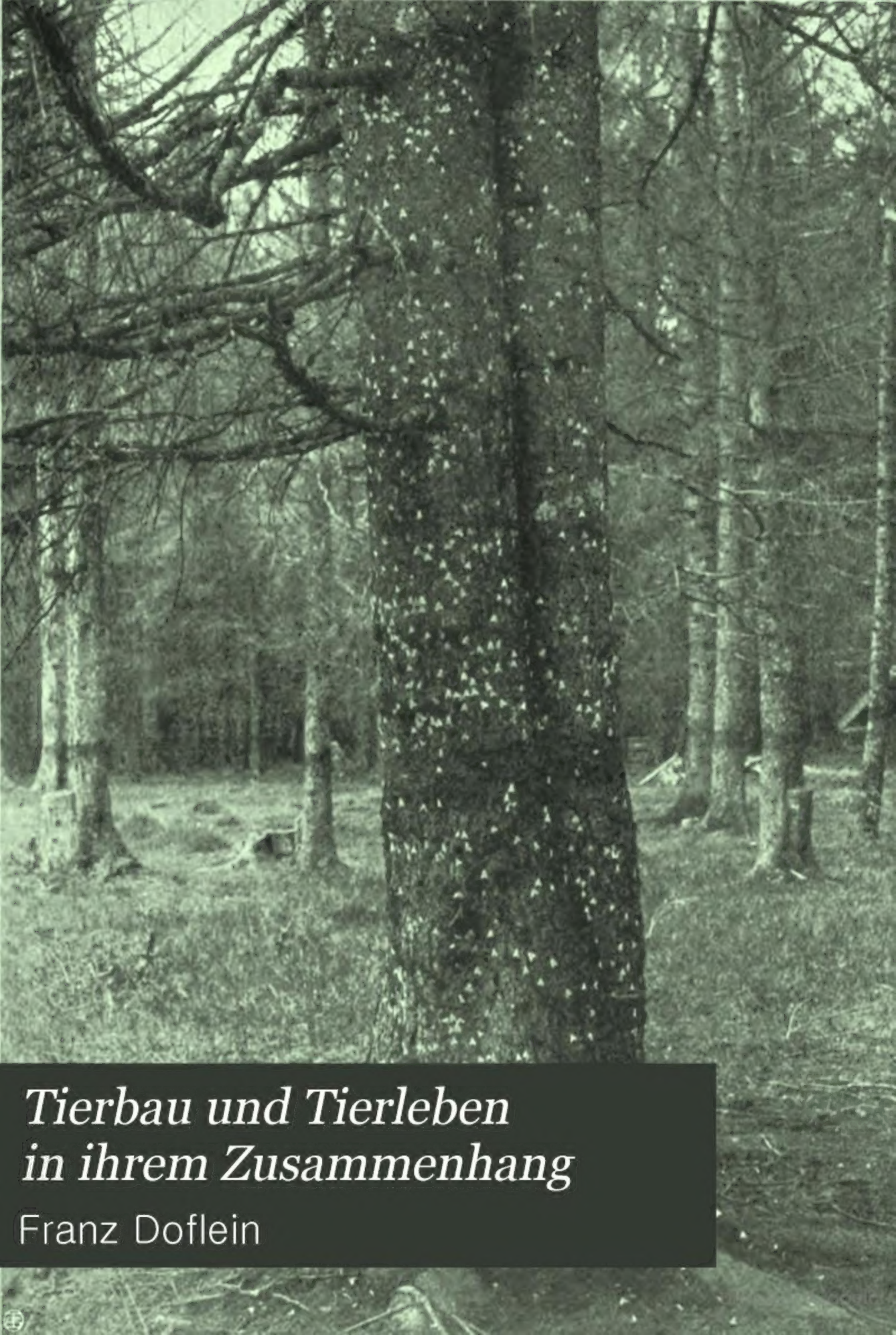


Tierbau und Tierleben in ihrem Zusammenhang

Franz Doflein

LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
FROM
Biol. Lib.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Tierbau und Tierleben

in ihrem Zusammenhang betrachtet

von

Dr. Richard Hesse
Professor an der Universität Bonn

und

Dr. Franz Doflein
Professor an der Universität Freiburg i. B.

II. Band:

Das Tier als Glied des Naturganzen

von

Franz Doflein

Leipzig und Berlin
Druck und Verlag von B. G. Teubner
1914

Digitized by Google

Das Tier

als Glied des Naturganzen

von

Franz Doflein

Mit 740 Abbildungen im Text und 20 Tafeln in Schwarz- und Buntdruck nach Originalen von W. Engels, W. Heubach, M. Hoepfel, E. Kißling, B. Liljefors, C. Mereuliano, P. Neuenborn, R. Oeffinger, W. Schroeder, F. Skell u. a.

Leipzig und Berlin
Druck und Verlag von B. G. Teubner
1914

FRAGILE
DO NOT PHOTOCOPY
Digitized by Google

QL805
H5
v.2

197849

YMARU NOYMAT2

Copyright 1914 by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Digitized by Google

Meinem lieben Freund

Ludwig Doederlein

gewidmet

Digitized by Google

Vorwort.

Nach mehr als zehnjähriger Arbeit liegt nunmehr auch der zweite Band unseres Werkes fertig vor. Während im ersten Band der Schwerpunkt der Darstellung auf den Bauverhältnissen und Funktionen der Tierkörper und ihrer Teile lag, behandelt der zweite Band vorwiegend die Erscheinungen des Tierlebens. Mehr noch als beim ersten Band waren hier neue Gebiete zu erschließen; denn eine zusammenhängende Darstellung der gesamten Erscheinungen des Tierlebens lag überhaupt noch nicht vor. Das interessante und anregende Buch C. Sempers behandelt nur Bruchstücke der hier gestellten Aufgabe und muß in vielen Teilen heute als veraltet bezeichnet werden. Zwar hat speziell die deszendenztheoretische Forschung den Anlaß zur Bearbeitung einer Anzahl von Kapiteln gegeben, welche auch in diesem Bande zur Darstellung gelangt sind. So gibt es viele glänzende Bearbeitungen des Gebietes der Schutzanpassungen, der Mimikry, der Symbiose, der geschlechtlichen Zuchtwahl und der Brutpflege. Für andere Kapitel mußte aber das ganze Material erst mühsam gesammelt und unter die Gesichtspunkte der Darstellung gebracht werden. Das bringt es mit sich, daß z. B. die Kapitel über die Ernährung der Tiere, über den Parasitismus, über Schutz und Verteidigung, über das Verhältnis der Geschlechter, über Brutpflege, über Geselligkeit und Herdenbildung und ferner einige der Abschnitte des zweiten Buches manches Neue an Tatsachen, Gedanken und Gesichtspunkten enthalten.

Wenn ich auch oft unter dem Druck der großen, endlos scheinenden Arbeit und vor allem unter dem Bewußtsein, von eigenen Forschungen abgehalten zu sein, gelitten habe, so sehe ich doch mit Freude auf die genußreichen Stunden zurück, welche mir die gedankliche Bewältigung des ungeheuren Stoffes bereitet hat. Allerdings bilde ich mir nicht ein, daß diese Bewältigung mir in allen Dingen restlos gelungen sei. Im Gegenteil, ich bin mir wohl bewußt, daß trotz der langen Zeit, welche ich auf die Bearbeitung verwandte, es mir nicht vergönnt war, alle die großen Probleme, über welche ich in diesem Buch eine Meinung äußern mußte, so zu beherrschen, daß sie in der Darstellung klarer oder in der Erforschung vertiefter geworden sind, als sie bisher waren. Wenn es mir aber gelungen ist, einzelne neue Probleme aufzustellen und alte Probleme in einer Weise aufzufassen, daß sie erneute Diskussion finden, so darf ich damit zufrieden sein. Auch der gebildete Laie, welcher dies Buch liest, wird aus einer Darstellung unter neuen Gesichtspunkten Anregung finden; denn auch der zweite Band unseres Werkes ist, wie schon das Vorwort zum ersten Band betonte, so geschrieben, daß er für jeden lesbar ist, welcher über eine gute Schulbildung verfügt. Die Entwicklung der modernen Schulen hat uns erlaubt, an unsere Leser etwas höhere Ansprüche zu stellen, als es vor zwanzig Jahren noch möglich gewesen wäre.

Bei der ungeheuren Fülle des Stoffes und der relativ großen Verschiedenheit der bearbeiteten Gebiete muß ich befürchten, daß mir hie und da ein Irrtum in sachlicher Beziehung unterlaufen sein kann. Die Darstellung ist aber stets mit der größten Gewissenhaftigkeit auf eigenes Studium der Naturobjekte oder auf Originalarbeiten der Literatur gestützt. Gerade der Umstand, daß ich sowohl auf meinen Reisen als auch im Laboratorium

Digitized by Google

zahlreiche eigene Studien durchführte, welche mich über manche Grundlagen der darzustellenden Probleme aufklären sollten, hat es verschuldet, daß die Fertigstellung des Buches sich so lange verzögerte. Aber nur dadurch konnte die Arbeit mir die richtige Befriedigung gewähren, daß ich sie ebensosehr auf eigene Beobachtungen des lebenden Tieres wie auf das Studium der Literatur aufbaute.

So ist denn auch die Mehrzahl der Abbildungen als Original auf Grund eigener Studien angefertigt worden. Eine große Anzahl von vortrefflichen Künstlern hat sich in den Dienst dieser Aufgabe gestellt. Ein Blick auf die Illustrationen des Buches wird zeigen, daß es mein Streben war, in dem Bilderschmuck des Buches eine vollkommene sachliche Richtigkeit mit möglichst hohen künstlerischen Qualitäten zu vereinigen. Bei diesem Bestreben wurde ich von den sämtlichen Künstlern in der verständnisvollsten Weise unterstützt. Ich möchte hier mit besonderer Anerkennung das leider so früh verstorbene Fräulein E. Kißling und Herrn W. Engels erwähnen, welche während der vielen Jahre mit mir gemeinsam die darzustellenden Objekte wissenschaftlich studierten, ehe sie sich an die künstlerische Arbeit machten. Auf die bekannten hervorragenden Tierdarsteller und Naturschilderer, von denen Werke diesem Band beigegeben sind, brauche ich nur hinzuweisen. Daß nicht alle meine Versuche, in den Bildern wissenschaftliche Treue mit künstlerischer Vollkommenheit zu vereinigen, von Erfolg gekrönt waren, wird jeder verstehen, welcher weiß, wie wenig die Ausbildung unserer modernen Künstler gerade die Fähigsten unter ihnen zur Illustration geeignet macht.

Einer Reihe von Kollegen, Freunden und vor allem von meinen Studenten bin ich für eine Anzahl von Naturphotographien zu Dank verpflichtet, mit denen dieser Band geschmückt ist. Soweit es möglich war, wurde die heute so vervollkommnete Kunst der Photographie zur Illustration des Buches herangezogen. So enthält denn auch dieses Werk eine Anzahl von Natururkunden.

Noch weniger kann ich aber alle diejenigen mit Namen erwähnen, welche mich durch Material, durch Literatur und durch Ratschläge bei meiner Arbeit unterstützt haben. Von fast allen Museen und zoologischen Gärten, von sehr vielen zoologischen Instituten und Stationen habe ich Unterstützung erfahren. Allen den dabei beteiligten Kollegen sage ich hiermit öffentlich Dank.

Vor allem aber muß ich auch meinem Freund Hesse in Bonn für die große Sorgfalt danken, mit der er das ganze Manuskript durchsah, mit der er viele Abänderungen und Zusätze anregte. Für Hilfe bei der Korrektur bin ich meinen Assistenten Dr. H. Balß in München und Dr. A. Kühn in Freiburg zu Dank verpflichtet. Daß das Buch eine so vollkommene und vielseitige Ausstattung erfuhr, verdanke ich dem großzügigen Entgegenkommen der Verlagsbuchhandlung, welche ohne Rücksicht auf die Kosten auf alle meine Wünsche einging.

Möge das Buch, an dessen Vollendung so viele mitgearbeitet haben, das Seinige dazu beitragen, daß die Auffassung sich mehr und mehr Bahn breche, daß die Zoologie die Wissenschaft vom lebenden Tier ist.

Freiburg i. Br., im April 1914.

Franz Doflein.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung 1

Erstes Buch.

Das Tier und die belebten Elemente seines Lebensraums.

Seite

1. Kapitel. **Die Lebensgemeinschaften** . 13
2. Kapitel. **A. Ernährungsbiologie** . . . 21
   1. Der Nahrungserwerb der Tiere . . . 21
   2. Pflanzenfressende Tiere 27
   3. Tierfressende Tiere 124
   4. Raubtiere und Pflanzenfresser 152
   5. Normalnahrung und Nahrungswechsel . 186
   6. Örtliche und zeitliche Abhängigkeit der Tiere von ihrer Nahrung 191
   7. Blutsauger und Pflanzensauger . . . 194
   8. Planktonfresser 209
   9. Sessile Tiere 221
   10. Schlamm- und Sandfresser. Steinbohrer 235
   11. Staub-, Mulm- und Humusfresser . . 243
   12. Ernährungssonderlinge 247
   13. Aasfresser und Leichenwürmer 249
   14. Kot- und Fäulnisbewohner. Saprozoen 257
   15. Symbiose 261
   16. Synoecie 273
   17. Parasitismus 280
   Parasit und Wirt 321
3. Kapitel. **B. Organismen als Feinde der Tiere.** (Das Tier im Kampfe gegen seine Verfolger) 326
   1. Das Verhalten der Tiere bei Gefahr . 329
   2. Die körperlichen Schutzanpassungen . . 341
      a) Äußere Schutzanpassungen 341
      b) Schützende Anpassungen im feineren Bau der Tiere 353
      c) Chemische Schutzmittel 363
      d) Tonerzeugung zur Verteidigung. Abwehrbewegungen 371
      e) Warn- und Schreckfarben 373
      f) Schützende Ähnlichkeit 376
      g) Mimikry 395
      h) Aktive Färbungsanpassung 408
      i) Die Bedeutung der schützenden Ähnlichkeit und Mimikry 412
   3. Die Autotomie oder Selbstverstümmelung der Tiere 414
   4. Die Reinlichkeit der Tiere 418
   5. Allgemeine Schutzanpassungen 426

Seite

4. Kapitel. **C. Geschlechtsleben der Tiere** 429
   1. Die Geschlechter und ihre Vereinigung 429
   2. Die Ehe im Tierreich 466
   3. Geschlechtsreife 479
   4. Geschlechtsperiodizität und Brunst . . 485
   5. Bedeutung der geschlechtlichen Besonderheiten und Gewohnheiten 502
5. Kapitel. **Tierwanderungen** 513
6. Kapitel. **D. Versorgung der Nachkommenschaft** 555
   1. Die Eier, ihre Hüllen und äußere Anpassungen 555
   2. Unterbringung der Eier 563
   3. Vorsorge für die Ernährung der Nachkommen 569
   4. Versorgung und Bewachung der abgelegten Eier 585
   5. Nestbau und Brutgewohnheiten der Vögel 594
   6. Bauten der Säugetiere 613
   7. Die Eiablage der Tiere 616
   8. Brutpflege am und im Körper der Eltern 618
   9. Die Brutversorgung bei den Säugetieren 634
   10. Bewachung, Ernährung und Erziehung der heranwachsenden Brut 643
   11. Erziehung und Spiele der Tiere . . . 666
   12. Brutparasitismus 671
7. Kapitel. **E. Gesellschaftsbildung im Tierreich** 679
   1. Massenversammlungen im Tierreich . . 679
   2. Gesellige Tiere 683
   3. Familie und Herde 691
8. Kapitel. **F. Die staatenbildenden Insekten** 703
   1. Ursprung der Insektenstaaten 703
   2. Der Hummelstaat 708
   3. Der Staat der Wespen und Meliponinen 711
   4. Der Bienenstaat 716
   5. Der Ameisenstaat 724
   6. Die Termitenstaaten 750

Digitized by Google

Zweites Buch.

Das Tier und die unbelebten Elemente seines Lebensraumes.

	Seite
9. Kapitel. **Kosmische Einflüsse. Periodizität**	763
10. Kapitel. **Das Medium**	767
11. Kapitel. **Medium und Substrat** (Einfluß der Schwerkraft)	796
12. Kapitel. **Sonstige Einflüsse des Mediums**	811
1. Bewegtes und unbewegtes Medium	811
2. Einfluß des Volumen des umgebenden Mediums	819
3. Der Druck im Medium	820
4. Chemische Zusammensetzung des Mediums	823
13. Kapitel. **Die Quantität und Qualität der Nahrung**	845
14. Kapitel. **Temperatur und Klima**	849
15. Kapitel. **Licht**	877

Drittes Buch.

Schluß.

Die Zweckmäßigkeit im Tierbau und Tierleben und ihre Erklärungen.

	Seite
16. Kapitel. **Die zweckmäßigen Eigenschaften der Tierarten und ihre Entstehung**	903
17. Kapitel. **Die zweckmäßigen Handlungen der Tiere und ihre Erklärung**	919
Register	930

Tafelverzeichnis.

Tafel	Gehört zu Seite
I. Austernbank	14
II. Algensymbiose	262
III. Symbiose bei Meerestieren	272
IV. Wüstentiere	377
V. Schneetiere	378
VI. Grastiere	388
VII. Blattinsekten	394
VIII. Warnfarben	398
IX. Mimikry und Mimikryringe I	402
X. Mimikry und Mimikryringe II	404
XI. Farbenanpassungen	410
XII A. Auerhahnbalz	463
XII B. Birkhahnbalz	464
XIII A. Herdenbildende Steppentiere	699
XIII B. Einfallende Wildgänse	702
XIV. Stillwassertiere	812
XV. Saisondimorphismus	866
XVI. Temperaturabänderungen bei Schmetterlingen	874
XVII. Leuchttiere	888
XVIII. Höhlentiere	884

Digitized by Google

Literaturverzeichnis.

Die mit (Z.) bezeichneten Werke bieten zusammenfassende Übersichten des betreffenden Gebietes, die mit (L.) bezeichneten enthalten eingehende Literaturverzeichnisse.

Größere Abschnitte des Gesamtgebietes finden in folgenden Werken Darstellung: C. Semper, Die natürlichen Existenzbedingungen der Tiere. — Brehms, Tierleben. 3. Aufl. im Erscheinen. — Naumann, Vögel Deutschlands. 2. Aufl. 1900. — M. Weber, Die Säugetiere. Jena 1904. (L.) — A. Günther, Handbuch der Ichthyologie. Wien 1886. (Z.) — Rösel von Rosenhof, Monatlich herausgegebene Insektenbelustigungen. Nürnberg 1745—1761. — K. Kraepelin, Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. 2. Aufl. Leipzig 1914. (Z.) — H. Simroth, Abriß der Biologie der Tiere. 2. Aufl. Leipzig 1910. (Z.) — M. Weber, Biologie der Tiere, in: Lehrbuch der Biologie für Hochschulen. Leipzig 1911. — H. Driesch, Philosophie des Organischen. 2 Bde. Leipzig 1911. — K. Keller, Leben des Meers. Leipzig 1895. (Z.) — C. Lampert, Das Leben der Binnengewässer. 2. Aufl. Leipzig 1910. (Z.) — A. Brauer, Die Süßwasser Deutschlands. Jena. 20 Hefte. — L. H. Morgan, Experimentelle Zoologie. Leipzig. (Z.) — H. Przibram, Experimentelle Zoologie. 3 Bde. Wien. (Z.) — V. Graber, Vergleichende Lebensgeschichte der Insekten. München 1877. (Z.)

Reisewerke, welche biologische Beobachtungen über Gebiete enthalten, die in diesem Band behandelt sind: Bates, Ein Naturforscher am Amazonenstrom. — Belt, Ein Naturforscher in Nikaragua. — Darwin, Reise eines Naturforschers um die Welt. Stuttgart 1893. — C. Chun, Aus den Tiefen des Weltmeers. 2. Aufl. Jena 1903. — A. Alcock, A Naturalist in Indian Seas. London 1902. — H. O. Forbes, Wanderungen eines Naturforschers im malayischen Archipel. Jena 1886. — F. Doflein, Ostasienfahrt. Leipzig 1906. — F. u. P. Sarasin, Celebes. Wiesbaden 1905. — Semon, Im australischen Busch. 2. Aufl. Leipzig 1903. — F. M. Chapman, Camps and Cruises of an Ornithologist. New York 1908. — C. G. Schillings, Mit Blitzlicht und Büchse. Leipzig 1905. — W. H. Hudson, A Naturalist in La Plata. London 1895. — A. R. Wallace, Der malayische Archipel. Braunschweig 1869. — R. F. Scott, Letzte Fahrt. Leipzig 1913. — F. Doflein, Von den Antillen zum fernen Westen. Jena 1900. — A. Weber-van Bosse, Ein Jahr an Bord der Siboga. Leipzig 1905.

Erstes Buch. 1. Kapitel: K. Möbius, Über die Tiere der Schleswig-Holsteinischen Austernbänke, ihre physikalischen und biologischen Lebensbedingungen. Sitzungsber. Akad. Wissensch. Berlin 1893. — T. S. Palmer, The danger of introducing noxious animals and birds. Yearbook departement agriculture 1898.

2. Kapitel: 1—6. E. Stahl, Pflanzen und Schnecken. Jena 1888. — W. Liebmann, Die Schutzeinrichtungen der Samen und Früchte gegen unbefugten Vogelfraß. Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. 46, N. F. 39. 1910. — R. Heß, Der Forstschutz. 4. Aufl. Leipzig 1914. (Z.) — Judeich u. Nitzsche, Forstinsektenkunde. Berlin 1895. — O. Bütschli, Die Protozoen. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Heidelberg u. Leipzig 1880—1885. (Z.) — C. W. Andrews, On the Robber-Crab, Proceedings Zoological Society London 1909. — Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. (Z.) — D. Geyer, Unsere Land- und Süßwassermollusken. Stuttgart. (Z.) — D. Geyer, Die Weichtiere Deutschlands. Stuttgart. (Z.) — V. Berger, Über die Widerstandsfähigkeit der Tenebriolarven gegen Austrocknung. Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. 18. 1907. — F. Doflein, Die Pilzkulturen der Termiten. In Verh. d. Deutschen Zool. Ges. 1905. — K. Escherich, Die Termiten oder weißen Ameisen. Leipzig 1909. (Z. L.) — A. Möller, Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen. Jena 1893. — K. Escherich, Die Ameise. Braunschweig 1906. (Z. L.) — W. M. Wheeler, Ants. New York 1910. (Z. L.) — H. Müller, Handbuch der Blütenbiologie. Herausg. von Knuth. (Z. L.) — O. v. Kirchner, Blumen und Insekten. Leipzig u. Berlin 1911. (Z.) — E. Friese, Apidae Europeae. (Z. L.) — P. Mayer, Zur Naturgeschichte der Feigeninsekten. Mitt. zoolog. Station Neapel. Bd. 3. 1882 — F. Doflein, Lehrbuch der Protozoenkunde. 3. Aufl. Jena 1911. (Z. L.) — J. W.

Digitized by Google

Spengel, Die Neſſelkapſeln der Aeolidier. In naturwiſſenſch. Wochenſchrift. 1904. — J. Biedermann, Vergleichende Phyſiologie der Ernährung. In Wintersteins Handbuch der vergleichenden Phyſiologie. (Z. L.) — Hermann, Die Spinnen Ungarns. (Z.) — H. Mc Cook, The Honeyants of the gardens of the Gods. Philadelphia 1882. — C. v. Weſenberg-Lund, Biologiſche Studien über netzſpinnende Trichopterenlarven. Internationale Revue f. Hydrobiologie 1911. — P. Schiemenz, Über die Nahrung unſerer gewöhnlichen Wildfiſche. Beilage Deutſche Fiſchereizeitung 1905. — 7. Grünberg, Die blutſaugenden Dipteren. Jena 1907. (Z.) — Dönitz, Die Zecken. 1907. — Büsgen, Der Honigtau. Jena. — 8. A. Steuer, Planktonkunde. Leipzig. (Z. L.) — A. Thienemann, Die Silberfelchen des Lauacher Sees. Zool. Jahrb. Syſt. Vol. 32. 1912. — W. Kükenthal, Die arktiſchen Wale. In Fauna arctica. Jena 1900. — H. Lohmann, Neue Unterſuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton. — 9. A. Lang, Die feſtſitzenden Tiere. Jena. (Z.) — S. Kent, The great Barriere Reef. — 10. A. Stiaſny, Zur Kenntnis der Lebensweiſe von Balanoglossus. Zool. Anzeiger. Vol. 35. 1910. — J. v. Uexkull, Umwelt und Innenwelt der Tiere. Berlin 1909. — Liſt, Monographie der Mytiliden, in: Fauna und Flora des Golfs von Neapel. — 11. Ch. Darwin, Die Bildung der Ackererde durch die Tätigkeit der Würmer. Stuttgart 1899. — 13. P. Mégnin, La Faune des Cadavres. Paris. Maſſon. (Z.) — G. H. Fabre, Souvenir entomologique. Vol. 9. Paris. Davon einiges deutſch. Bilder aus der Inſektenwelt. Stuttgart. Kosmos Verlag. — 14. E. Maupas, La Mue et l'Encystement chez les Nématodes. In Arch. zool. exper. (3). Vol. 7. 1899. — F. A. Potts, Notes on the free-living Nematodes. In Quart. Journ. mikr. sc. (N. S.) Vol. 55. 1910. — 15. F. Pax, Die Aktinien. In Ergebniſſe der Zoologie. 1914. (Z. L.) — O. Hertwig, Die Symbioſe im Tierreich. Jena 1883. (Z.) — K. Brandt, Über die morphologiſche und phyſiologiſche Bedeutung des Chlorophylls bei Tieren. In Mitteil. zoolog. Station Neapel. Vol. 4. 1883. — P. Buchner, Die intracelluraren Symbionten der Hemipteren. Jena 1912. — P. Kammerer, Die Symbioſe. Stuttgart 1914. (Z.) — L. Faurot, Étude sur les associations entre les Pagures et les Actinies. Archives zool. expér. (5). Vol. 5. 1910. — 17. M. Braun, Die tieriſchen Paraſiten des Menſchen. Würzburg 1910. (Z.) — R. Leuckart, Die Paraſiten des Menſchen. Leipzig u. Heidelberg 1879—1886. (Z.) — F. Doflein, Lehrbuch der Protozoenkunde. 3. Aufl. Jena 1911. (Z. L.) — A. Looß, Schmarotzertum in der Tierwelt. Leipzig 1892. (Z.) — J. Fiebiger, Die tieriſchen Paraſiten der Haustiere. Wien 1912. (Z.)

3. Kapitel: Weismann, Darwin, Wallace. — R. Semon, Über den Zweck der Ausſcheidung von freier Schwefelſäure bei Meeresſchnecken. Biol. Centralbl. Vol. 9. 1889. — E. S. Fauſt, Die tieriſchen Gifte. Braunſchweig 1906. (Z.) — O. Taſchenberg, Die giftigen Tiere. Stuttgart 1909. (Z.) — M. C. Piepers, Mimikry, Selection, Darwinismus. Leiden 1903. — G. Marshall, Five years observations on the Bionomics of southafrican Insects. Trans. Ent. Soc. London 1902. — A. Jakobi, Mimikry und verwandte Erſcheinungen. Braunſchweig 1913. (Z. L.) — Haase, Unterſuchungen über die Mimikry. Zoologica. Stuttgart 1893. — F. Gamble u. F. W. Keeble, Hippolyte varians. A study in colour-change. Quart. Journ. micr. Sci. Vol. 43. — G. Boſſeler, Die Gattung Myrmecophana Brunner. In Zool. Jahrbücher Abt. Syſtematik. — C. Aurivillius, Die Maskierung der oxyrhynchen Dekapoden. In Svenska Vet. Akad. Handl. Vol. 23. Stockholm 1889. — Minckiewicz, Verſuch einer Analyſe des Inſtinkts nach objektiver, vergleichender und experimenteller Methode. Zool. Jahrb. Vol. 28. Syſtematik 1909. — F. Doflein, Über Schutzanpaſſung durch Ähnlichkeit. Biol. Centralbl. 1908. — Metſchnikoff, Die Immunität.

4. Kapitel: 1. A. Seitz, Allgemeine Biologie der Schmetterlinge. Zahlreiche Aufſätze in Zool. Jahrb. Syſt. Vol. 6—10. 1893—1897. — Ch. Darwin, Die Abſtammung des Menſchen und die geſchlechtliche Zuchtwahl. Stuttgart 1902. — J. Meiſenheimer, Biologie, Morphologie und Phyſiologie des Begattungsvorgangs und der Eiablage bei Helix pomatia. Zool. Jahrb. Vol. 25. Syſt. 1907. — H. Blunck, Das Geſchlechtsleben bei Dytiscus marginalis. 1 und 2 in Zeitſchr. wiſſenſchaftl. Zool. Bd. 52, 1912 u. Bd. 54, 1913. — B. Häcker, Der Geſang der Vögel. Jena 1900. — C. v. Heß, Experimentelle Unterſuchungen über den angeblichen Farbenſinn der Bienen. Zool. Jahrbücher, Abt. f. allg. Zool. u. Phyſiol. Bd. 34. 1913. — C. v. Heß, Unterſuchungen über den Lichtſinn bei Fiſchen. Arch. Augenheilk. Bd. 64. Ergänzungsheft 1909. — K. v. Friſch, Zur Frage von dem Farbenſinn der Tiere. Verhandl. der Naturforſcher-Verſammlung. Wien 1913. — K. v. Friſch, Sind die Fiſche farbenblind? Zool. Jahrbücher, Abt. f. allgem. Zool. und Phyſiol. Bd. 33. 1912. — 2. Dr. S. Jordan und andere, Ergebniſſe der Behringsmeerkommiſſion. In Senate Documents U. S. A. — 3. C. Chun, Monographie der Ctenophoren in: Fauna und Flora des Golfs von Neapel. Bd. 1. — 4. F. H. A.

Digitized by Google

Marshall, Physiology of reproduction. London 1910. — S. Lo Bianco, Notizie biologiche riguardante specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. In Mitt. d. zool. Station Neapel. Vol. 19. 1909. — J. H. Boas, Über eine den Maikäferjahren analoge Erscheinung bei Saperda populnea. Zool. Jahrb., Abt. f. Syst. Vol. 25, Heft 2. 1907. — 5. E. Wolf, Die Fortpflanzungsverhältnisse unserer einheimischen Copepoden. In Zool. Jahrb. Vol. 22. Syst. 1905. — R. Heymons, Biologische Beobachtungen an asiatischen Solifugen. Arch. akad. Wissensch. Berlin 1902. — U. Gerhardt, Studien über die Kopulation einheimischer Epeiriden. Zool. Jahrb. Syst. Vol. 31. 1911. — H. C. Mc Cook, American Spiders. Philadelphia 1889. — G. W. and E. G. Peckham, Observations on sexual selection in Spiders of the family Attidae. Occas. pap. Nat. hist. soc. Wisconsin. Vol. 1. 1889. — A. Seitz, Allgemeine Biologie der Schmetterlinge. Zool. Jahrb. Syst. Vol. 7. 1894. — A. Petrunkewitsch, Sense of sight, courtship and mating in Dugesiella hentzi. In Zool. Jahrb. Syst. Vol. 31. 1911.

5. Kapitel: J. Vosseler, Insektenwanderungen in Usambara. Insektenbörse. Vol. 23. 1906. — Schauinsland, Drei Monate auf einer Koralleninsel Laysan. Bremen 1899. — Joh. Schmid, Contributions to the Life-History of the Eel. Conceil permanent pour l'exploration de la mer, Rapports et Procès-verbaux. Vol. 5. 1906 — F. Heincke, Naturgeschichte des Herings. Abh. des deutschen Seefischereivereins. Vol. 1 u. 2. 1897 u. 1898. — F. Zschokke. Der Lachs und seine Wanderungen. — H. Gätke, Die Vogelwarte Helgoland. Braunschweig 1891. — O. Hermann, Zahlreiche Berichte über die ungarische Vogelwarte in Aquila. Budapest. — J. Thienemann, Der Zug des weißen Storchs. Zool. Jahrb. Suppl. 12. 1910. Festschr. f. Braun. — S. Exner, Über das Orientierungsvermögen der Brieftauben. — H. E. Ziegler, Die Geschwindigkeit der Brieftauben. Vol. 10. 1898. — F. Knauer, Tierwanderungen und ihre Ursachen. Köln 1909. (Z.) — J. A. Palmén, Über die Zugstraßen der Vögel. Leipzig 1876.

6. Kapitel: E. Korschelt und K. Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. 1. u. 2. Aufl. Jena. (Z. L.) — A. Kühn, Hydroiden. Ergebnisse der Zoologie. Vol. 4. 1913. (Z. L.) — Küster, Die Gallen. Leipzig 1910. (Z.) — Roß, Gallen und Gallenerreger. Jena 1912. (Z.) — O. M. Reuter, Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten bis zum Erwachen der sozialen Instinkte. Berlin 1913. (Z.) — H. Ludwig, Brutpflege bei Echinodermen. Zool. Jahrb. Suppl. 7. 1904. — N. Holmgren, Über vivipare Insekten. In Zool. Jahrb. Syst. Vol. 19. 1903. — R. Kolster, Über die Embryotrophe, speziell bei Zoarces viviparus. Festschrift für Palmén. Helsingfors 1905—07. — R. Wiedersheim, Brutpflege bei Amphibien. Biol. Zentralbl. — Brandes und Schoenichen, Die Brutpflege der schwanzlosen Batrachier. Stuttgart 1901. — O. Hertwig, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Jena. (Z.) — P. Ch. Mitchell, Die Kindheit der Tiere. Stuttgart. — C. Lloyd Morgan, Animal behaviour. London 1900. — K. Groos, Spiele der Tiere. 2. Aufl. Jena 1907.

8. Kapitel: H. v. Buttel-Reepen, Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates. Leipzig 1903. — H. Friese, Beiträge zur Biologie der solitären Blumenbienen. Zool. Jahrb. Syst. Vol. 5. 1891. — R. Wagner, Psycho-biologische Untersuchungen an Hummeln. Zoologica. Stuttgart. Vol. 19. 1905. — H. v. Buttel-Reepen, Sind die Bienen Reflexmaschinen? Leipzig 1900. — E. Zander, Bienenbuch. — K. Escherich, Die Ameise. Braunschweig 1906. (Z.) — K. Escherich, Die Termiten. Leipzig 1909. (Z.) — K. Escherich, Termitenleben auf Ceylon. Jena 1911. — A. Forel, Les fourmis de la Suisse. Neue Denkschr. d. Allgem. Schweizer Gesellsch. f. Naturwissensch. Zürich 1874. — E. Wasmann, Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. 2. Aufl. Stuttgart 1909. — W. M. Wheeler, Ants. New York 1910. (Z. L.) — F. Doflein, Beobachtungen an den Weberameisen. Biol. Centralbl. Vol. 25. 1905. — B. Grassi und A. Sandias, Constituzione e soiluppo della società dei Termitidi. Atti Acad. Gioenia. Vol. 6. 1893. — R. Holmgren, Studien über südamerikanische Termiten. Zool. Jahrb., Abt. System. Vol. 23. 1906.

Zweites Buch. 9. Kapitel: B. Friedländer, Über den sog. Palolowurm. In Biol. Centralblatt. Vol. 18. 1898. — G. Bohn, La persistance du rhythme des marées chez l'Actinia equina. C. R. Soc. biol. Paris. Vol. 61. 1906. — R. Semon, Mneme. 2. Aufl. Leipzig 1908. — F. Immermann, Beiträge zur Altersbestimmung der Fische. Arb. deutsch. wissenschaftl. Kommission f. internationale Meeresforschung. Helgoland. N. F. Vol. 8. 1907.

10. Kapitel: L. Doederlein, Landtiere und Wassertiere. — R. Hesse, Die ökologischen Grundlagen der Tierverbreitung. In Geogr. Zeitschr. Vol. 19, Heft 5 u. ff. — Cuénot, L'influence du milieu. Paris. — A. Miall, Aquatic Insekts. London 1912. (Z.) — E. Hentschel, Die Meeres-

säugetiere. Leipzig 1913. (Z.) — W. Kükenthal, Über die Anpassungen der Säugetiere an das Leben im Wasser. In Zool. Jahrb. Syst. Vol. 5. 1890. — A. Steuer, Biologisches Skizzenbuch von der Adria. Leipzig. — G. Antipa, Die Biologie des Inundationsgebiets der unteren Donau. Jena 1912. — Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer Valdivia. Viele Bände. Jena. — J. Walter, Lithogenesis der Gegenwart. Jena. — J. Loeb, Die Tropismen. In Winterstein, Handbuch der vgl. Physiologie. Jena 1913.

12. Kapitel: F. Doflein, Ostasienfahrt. Leipzig 1906. — P. Steinmann, Tierwelt der Gebirgsbäche. — C. v. Weisenberg-Lund, Die Brandungsfauna der Süßwasserseen. In Internat. Rev. Hydrobiol. — K. Semper, Die natürlichen Existenzbedingungen der Tiere. Leipzig 1880. (Z.) — K. Krümmel u. H. Boguslawski, Handbuch der Ozeanographie. 2. Aufl. Stuttgart. (Z.) — Ph. Botazzi u. J. Enriquez, Über die Bedingungen des osmotischen Gleichgewichts und des Gleichgewichtsmangels zwischen den organischen Flüssigkeiten und dem äußeren Medium bei Wassertieren. In Arch. f. (Anat. und) Physiologie. 1901. Suppl. — L. Frédéricq, Sur la concentration moléculaire du sang et des tissus chez les animaux aquatiques. In Arch. de Biologie. Vol. XX. 1904. — K. Brandt, Die Fauna der Ostsee, insbesondere der Kieler Bucht. Verhandl. d. deutschen Zool. Ges. 1897. (Z.) — R. Lauterborn, Süßwasserfauna. In Handwörterbuch der Naturwissensch. Vol. IX. 1913. (Z.) — A. Thienemann, Die Salzwassertierwelt Westphalens. Verhandl. deutsch. Zool. Ges. 1913. — R. Schmidt, Die Salzwasserfauna Westphalens. Jahresber. westphälischer Provinzialverein. Wissenschaft und Kunst 1913. — A. Steuer, Biologisches Skizzenbuch für die Adria. Leipzig 1910. — J. E. V. Boas, Über den ungleichen Entwicklungsgang der Salzwasser- und Süßwasserform von Palaemonetes varians. In Zool. Jahrb. Vol. 4. 1889.

13. Kapitel: A. Pictet, Influence de l'alimentation sur la formation du sexe chez les Lépidotères. Arch. de Sc. phys. T. Mem. de la Soc. de Phys. 1905.

14. Kapitel: R. Issel, Sulla biologia termale. Int. Revue der gesamten Hydrobiologie. Vol. 1. 1908. — A. Handlirsch, Beiträge zur exakten Biologie. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissenschaften. Wien. Vol. 122. 1913. — F. Zschokke, Die tierbiologische Bedeutung der Eiszeit. Fortschritte der Naturwissenschaften. Vol. 4. 1912. (Z.) — Merzbacher, Winterschlaf. Referat in Ergeb. d. Physiol. Vol. 3. (2). 1904. (Z. L.) — E. Weinland u. M. Riehl, Beobachtungen am winterschlafenden Murmeltier. Zeitschr. f. Biol. Vol. 49. — R. Woltereck, Über natürliche und künstliche Varietätenbildung bei Daphniden. Verhandl. deutsch. Zool. Gesellsch. 1908. — R. Woltereck, Weitere experimentelle Untersuchungen über Artveränderung. Ebenda 1909. — C. v. Wesenberg-Lund, Plancton-Investigations in danish lakes. Part 1. 1908. — A. Weismann, Neue Versuche zum Saisondimorphismus der Schmetterlinge. Zool. Jahrb. Systematik. 1895. — Standfuß, Handbuch der paläarktischen Groß-Schmetterlinge. 2. Aufl. Jena 1896. (Z.) — E. Fischer, Lepidopterologische Experimentalforschungen. Allgem. Zeitschr. f. Entomologie. — E. Fischer, Weitere Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften. Allgem. Zeitschr. f. Entomologie. Vol. 7. 1902. — W. L. Tower, An investigation of Evolution in Chrysomelid Beetles of the Genus Leptinotarsa. Carnegie Institution Publications. Washington. Vol. 48. 1906. — P. Kammerer, Experimentelle Veränderung der Fortpflanzungstätigkeit bei Geburtshelferkröte und Laubfrosch. Arch. f. Entwm. Vol. 22. 1906. — P. Kammerer, Die Nachkommen der spätgeborenen Salamandra maculosa und der frühgeborenen Salamandra atra. Arch. f. Entwm. Vol. 25. 1907. — R. Hertwig, Über die Korrelation von Zell- und Kerngröße und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und die Teilung der Zelle. Biol. Zentralbl. 1906. — P. Kammerer, Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften durch planmäßige Züchtung. 12. Flugschrift d. Deutsch. Ges. f. Züchtungskunde. 1910.

15. Kapitel: F. Doflein, Brachyura. Ergebnisse deutsch. Tiefsee-Expedition. Vol. 6. 1905. — L. v. Dobkiewicz, Über die Augen der Tiefseegalatheiden. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Vol. 99. 1912. — K. v. Rosen, Studien am Sehorgan der Termiten. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. Vol. 35. 1913. — O. Hamann, Europäische Höhlenfauna. Jena 1896. (Z.) — P. Kammerer, Experimente über Fortpflanzung, Farbe, Augen und Körperreduktion bei Proteus anguineus Laur. Arch. f. Entwm. Vol. 33. 1912. — F. Doflein, Die Augen der Tiefseekrabben. Biol. Centralbl. Vol. 23. 1903. — A. Brauer, Tiefseefische. Ergebnisse d. deutsch. Tiefsee-Expedition. — V. Franz, Das Auge der Wirbeltiere. Oppel, Vgl. Histologie der Wirbeltiere. Jena 1913. (Z.) — Racowitza und Mitarbeiter, Zahlreiche Untersuchungen über Höhlentiere. In Arch. Zool. Exp. et génér. 1905—13. — J. Gamble u. F. W. Keeble, Hippolyte varians, a study in colour-change. Quart. Journ. microsc. Sci. Vol. 43. 1900. — V. Bauer, Über die Ausnützung strahlender Energie im intermediären Fettstoffwechsel der Garneelen.

Digitized by Google

Zeitschr. allg. Physiol. Vol. 13. 1912. — W. Schleip, Der Farbenwechsel von Dixippus morosus. Zool. Jahrb., Abt. f. allgem. Zool. u. Physiol. Vol. 30, Heft 1. 1910.

Drittes Buch. 16. Kapitel: Ch. Darwin, Entstehung der Arten. Stuttgart 1899. (Z.) — Ch. Darwin, Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. Stuttgart 1873. (Z.) — Ch. Darwin, Abstammung des Menschen. Stuttgart 1902. (Z.) — J. J. de Lamarck, Zoologische Philosophie. Leipzig 1903. — A. Pauly, Darwinismus und Lamarckismus. München 1905. — H. Driesch, Philosophie des Organischen. Leipzig 1909. — L. Plate, Handbuch der Selektionstheorie. 4. Aufl. Leipzig 1913. (Z. L.) — A. R. Wallace, Der Darwinismus. Braunschweig 1893. — J. P. Lotsy, Vorlesungen über Deszendenztheorieen. Jena 1906. (Z.) — Kultur der Gegenwart. Teil III, Abt. 4, Teubner, Leipzig. — A. Weismann, Vorträge über Deszendenztheorie. 3. Aufl. Jena 1913. (Z.) — R. Goldschmidt, Einführung in die Vererbungswissenschaft. 2. Aufl. Leipzig 1913. (Z.) — E. Bauer, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. Berlin 1911. — V. Häcker, Allgemeine Vererbungslehre. 2. Aufl. Braunschweig 1913. — E. Wasmann, Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. 2. Aufl. Stuttgart 1909. — L. Plate, Vererbungslehre mit besonderer Berücksichtigung des Menschen. Leipzig 1913.

17. Kapitel: H. Jennings, Das Benehmen der niederen Tiere. Leipzig 1908. — H. E. Ziegler, Der Begriff des Instinkts einst und jetzt. 2. Aufl. Jena 1910. — C. Lloyd Morgan, Instinkt und Gewohnheit. Leipzig 1909. — C. Lloyd Morgan, An Introduction in Comparative Psychology. London 1903. — W. Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Tierseele. 4. Aufl. Hamburg 1906. (Z.) — A. Forel, Das Sinnesleben der Insekten. München 1910. — O. Zur Strassen, Die moderne Tierpsychologie. Leipzig 1908. (Z.) — G. J. Romanes, Die geistige Entwicklung im Tierreich. Leipzig 1885. — R. Semon, Mneme. 2. Aufl. Leipzig 1908. — E. Wasmann, Instinkt und Intelligenz im Tierreich 4. Aufl. Freiburg 1910. — G. Kafka, Einführung in die Tierpsychologie. Leipzig 1913. (Z.) — H. Driesch, Die Seele als elementarer Naturfaktor. Leipzig 1903.

Digitized by Google

Einleitung.

Im ersten Band dieses Werkes wurde der Tierkörper als lebensfähige Einheit geschildert; es wurde gezeigt, wie die Teile und das Ganze zum Leben geeignet sind, wie alles zusammengreift, um, wie bei einer Maschine, das Funktionieren zu ermöglichen. Wenn wir für einen Augenblick den Vergleich des Tierkörpers mit einer Maschine beibehalten wollen, so können wir sagen, daß in dem ersten Band dargestellt war, wie die Maschine unter den jeweils idealen Bedingungen laufen kann.

Wir wissen, daß eine Maschine am besten, sichersten und längsten funktioniert, wenn sie nach Möglichkeit vor der Einwirkung äußerer Einflüsse gesichert ist. Feine Präzisionsmaschinen sind in Glashäusern oder unter Glasglocken eingeschlossen, aber auch gröbere Maschinen bringt man mit Vorliebe in Kellerräumen oder gesicherten Gewölben unter. Viele Maschinen aber müssen beim Gebrauch verschiedenen vielfach wechselnden Einflüssen der Außenwelt ausgesetzt werden. Sie sind dann mit allen möglichen Zutaten ausgestattet, welche zum Teil das eigentliche Wesen der Maschine verdecken und welche dazu bestimmt sind, ihr richtiges Arbeiten unter den Einflüssen zu gewährleisten, denen sie während ihrer Tätigkeit ausgesetzt sein wird. Und so ist eine Maschine vielfach von Beiwerk umkleidet, das uns schon von außen erkennen läßt, mit welchen Elementen eine solche Maschine während ihrer Funktion in Berührung treten wird. Man denke nur an ein Dampfschiff, ein Torpedo, ein Luftschiff, eine Lokomotive mit Schneepflug usw.

Wie eine solche Maschine, so muß auch der Tierkörper eine ganz besondere Ausrüstung besitzen, um den normalen oder auch gewissen abnormen Bedingungen trotzen zu können, denen er in seinem Leben begegnen wird. Ja, ein Organismus besitzt eine noch viel kompliziertere und vielseitigere Ausstattung als eine Maschine; denn er ist nicht nur für einige wenige Bedingungen und Gefahren vorbereitet, sondern durch tausend Fäden mit der umgebenden Natur verknüpft.

Und zwar ist jede Tierart in ihrer Weise und in besonderer Methode gesichert, um den Lebenskampf aufnehmen zu können. Für jede Tierart sind die Bedingungen der Existenz besondere. Wir bezeichnen die Gesamtheit der Einflüsse, die während des individuellen Lebens auf eine Tierart einwirken, als den „Lebensraum" der Art. Wie schon angedeutet, sind die Faktoren, welche die Eigenart des „Lebensraumes" bedingen, außerordentlich vielfältig. Fassen wir irgendeine beliebige Tierart ins Auge, so erkennen wir ohne weiteres, daß zu den Faktoren, welche ihre Existenz gewährleisten, zunächst einmal z. B. die Luft oder das Wasser gehören, in welchem sie vorkommt, dann deren besondere Beschaffenheit, also z. B. Sauerstoffreichtum, Salzgehalt, ferner Temperatur, Licht, kurz, die Gesamtheit der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Umgebung des Tieres. Eine nicht geringere Rolle spielt aber auch die Form der das Tier umgebenden Gegenstände, ob sie glatt oder rauh sind, ferner ob sie hart oder weich sind usw.; ebenso bedeutungsvoll wie die angedeuteten Faktoren, welche die unbelebte Umgebung eines Organismus ausmachen, sind die Einflüsse, welche von den in dem Verbreitungsgebiet des Tieres vorkommenden Tieren und Pflanzen ausgehen. Auch sie spielen eine sehr wichtige Rolle in dem „Lebensraum" eines Tieres.

Ein Beispiel wird uns das am besten klar machen. Man hat in den letzten Jahren viel von dem Heuwurm und dem Sauerwurm gehört. Es sind dies Schädlinge des Weinstockes, welche oft in so kolossalen Mengen auftreten, daß sie in manchen Gegenden einen großen Teil der Weinernte vernichten. Heuwurm und Sauerwurm sind die Raupen von zwei Kleinschmetterlingsarten, den Traubenwicklern (Conchylis ambiguella Hübn. und Polychrosis botrana Schiff.), welche wie viele unserer Insekten im Jahre mehrere Generationen hervorbringen. Die Raupen der ersten Generation beider Arten, welche zur Zeit der Blüte des Weinstockes auftreten, werden als Heuwurm bezeichnet; die Raupen der zweiten Generation, ebenfalls beider Arten, welche zu der Zeit fressen und heranwachsen, in welcher die

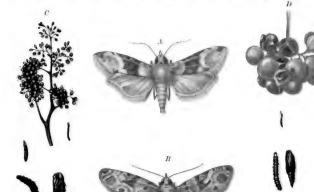


Abb. 1. Traubenwickler und Heu- und Sauerwurm.

A Einbindiger Traubenwickler Conchylis ambiguella Hübn. *a*, beider Raupe und Puppe, *c* Zweibindiger Traubenwickler Polychrosis botrana Schiff., *B*, beider Raupe und Puppe, *C* vierfacher Traubenbeere mit Raupen beider Arten (Sauerwurm); *D* Traube mit Raupen beider Arten (Heuwurm). *A*, *A*$_1$, *B*, *B*$_1$ 10 fach vergrößert. *C*, *D* nat. Größe. Vergrößert nach der Natur im Anschluß an Abbildungen von Schwangart und Strickel.

Trauben sich entwickeln, führen den Namen des Sauerwurms. Also es sind nicht zwei verschiedene Arten von Schädlingen, welche den Namen des Heuwurms und des Sauerwurms führen, sondern die Larven der Frühlings- und der Sommergeneration zweier einander ähnlicher, ähnlich lebender, ähnlich sich entwickelnder und gleich schädlicher Arten werden vom Volk nach den Merkmalen unterschieden, welche für den Winzer am bemerkenswertesten erscheinen. Diese Schädlinge, und zwar sowohl die Raupen als auch die Schmetterlinge, sind in ihren normalen und abnormen Auftreten gute Beispiele für die Beziehungen einer Tierart zu ihrem „Lebensraum". Zu ihrer Erhaltung ist ein ziemlich feuchtes gemäßigtes Klima notwendig. Wechsel von Regen und Sonnenschein auch ein nicht zu warmes Wetter sind für ihre Entwicklung günstig. Nächstdem ist der wichtigste Faktor ihres „Lebensraumes" das Vorhandensein gut entwickelter Weinstöcke. Deren Gedeihen ist nun wiederum von dem

Klima, von der Beschaffenheit des Untergrundes, von der Lage und Bodenform des Ortes, an dem sie wachsen, abhängig. Damit die Generationen des Schädlings gedeihen können, muß das Klima so beschaffen sein, daß Blütenentwicklung und Fruchtansatz in der richtigen Zeit mit der Entwicklung der Raupen zusammenfallen. Der Weinstock darf aber auch nicht zu sehr durch andere Schädlinge geschädigt sein, um den Raupen eine hinreichend gute Weide zu gewähren. Es dürfen also Pilze, Rebläuse usw. nicht ihrerseits überhand genommen haben. So zeigt sich der Heu- und Sauerwurm in seiner Entwicklung von einer Menge von Faktoren abhängig. Mit den aufgezählten haben wir noch bei weitem nicht alle bekannten Faktoren erschöpft, ganz abgesehen von den unbekannten. Von den wesentlichen bekannten Faktoren des „Lebensraumes", die auf die Entwicklung des Schädlings einen bedeutsamen Einfluß haben, seien noch folgende erwähnt: Die Eier, Raupen und erwachsenen Schmetterlinge haben eine Menge von tierischen und pflanzlichen Feinden. Von Jugend auf sind sie, wie alle anderen Tiere, durch eine ganze Anzahl von feindlichen Bakterien und Pilzarten bedroht. Im späteren Leben sind es vor allem tierische Feinde, wie räuberische und parasitische Insekten, Raubwespen, Schlupfwespen, Spinnen, dann weiterhin viele insektenfressende Vögel, welche ihnen gefährlich werden. Von dem Gedeihen und der Häufigkeit aller dieser Feinde hängt die Ausbreitung und Vermehrung der Traubenwickler ab, und eine einfache Überlegung genügt, um zu zeigen, daß auch deren „Lebensraum" sich aus einer Menge von Faktoren zusammensetzt, die wiederum auf den „Lebensraum" des Traubenwicklers Einfluß haben müssen. Ich will nur noch einen von diesen Zusammenhängen erwähnen. Je weniger Raubvögel und Eierräuber es in einer Gegend gibt, je besser die Singvögel geschützt und mit guten Nistgelegenheiten gehegt werden, um so häufiger werden sie sein, und um so mehr werden sie sich an der Insektenvertilgung beteiligen können. So sehen wir denn einen außerordentlich günstigen Einfluß des Vogelschutzes auf die Entwicklung der Rebschädlinge; in einer Gegend, in welcher der Vogelschutz gut durchgeführt ist, werden Unmengen von Pflanzenfeinden aus der Insektenwelt und damit auch von Rebschädlingen durch die Singvögel vernichtet. Deshalb hat man denn neuerdings sogar begonnen, zwischen den Weinbergen ganze Buschwäldchen anzulegen, welche den insektenvertilgenden Vögeln gute Nistgelegenheit bieten. Wir sehen aus all dem, daß zahlreiche chemische, physikalische, geologische, biologische Faktoren usw. zusammenwirken müssen, wenn, wie im Jahre 1911, für den Weinbau ein guter Jahrgang zustande kommen soll. Es müssen alle günstigen Bedingungen des „Lebensraumes" gefördert sein und zusammenwirken, es müssen alle schädlichen gehemmt sein, damit die Pflanze sich in der vollkommensten Weise entwickeln und ihre Produkte reifen lassen kann. Wir sehen aber auch gleichzeitig, daß der gleiche Faktor, welcher im Lebensraum eines Organismus eine positive Bedeutung hat, im Lebensraum einer anderen Art negativ wirkt: „Wat dem eenen sin Ul is, is dem annern sin Nachtigall".

Dieses Beispiel zeigt uns, wie kompliziert die Einwirkungen sind, denen ein Organismus in der freien Natur ausgesetzt ist. Sie sind viel mannigfaltiger, als wir in den meisten Fällen ahnen.

In jedem Falle können wir also feststellen, daß der „Lebensraum" eines Tieres eine Menge von charakteristischen Eigenschaften besitzt, welche für das Tier günstig oder ungünstig sein können. Untersuchen wir irgendeine Tierart genauer, so entdecken wir bei ihr viele Züge, welche Beziehungen zu den allgemeinen und besonderen Eigenschaften des „Lebensraumes" erkennen lassen. Man hat den Eindruck, als nütze das Tier alle günstigen Eigentümlichkeiten des „Lebensraumes" aus und als kämpfe es gegen die ungünstigen.

Digitized by Google

Wir haben im ersten Band dieses Werkes die großen Stämme des Tierreiches und den Bau der in ihnen zusammengefaßten Tiere kennen gelernt. Wir sahen damals, daß für jeden Tierstamm ein allgemeiner Bauplan charakteristisch ist. Dieser Bauplan stellt einen allgemeinen idealen Typus dar, der nur selten an einem lebenden Tier annähernd verwirklicht ist. Die Eigenschaften der Tiere, welche uns gleichsam ein Schema ihrer Organisation darbieten, nennen wir die „organisatorischen Eigenschaften" eines Tieres. Dieselben müssen wir bei jedem Tier mit besonderer Gedankenarbeit suchen, denn in der wirklichen Welt treten uns in den einzelnen Tierarten eine Unmenge von Variationen des idealen Typus entgegen.

Diese Variationen sind nun bedingt durch die Beziehungen der Tierarten zum „Lebensraum". Wenige Beispiele werden genügen, um dies klar zu machen. Die jedem Laien bekanntesten Tiere sind die Wirbeltiere, und es wird daher jedem leicht fallen, sich den idealen Typus des Wirbeltieres vorzustellen, d. h. in Gedanken diejenigen Eigenschaften zusammenzufassen, welche allen Wirbeltieren gemeinsam sind, also z. B. die Unterscheidung von Kopf und Rumpf, der Besitz einer Wirbelsäule, die Art und Lagerung der wichtigsten Organe. Innerhalb des Typus der Wirbeltiere finden wir nun besondere Unterabteilungen in engster Beziehung zum „Lebensraum" ausgebildet; so sind die Fische die charakteristischen Wasserwirbeltiere, die Vögel die vollkommensten Luftwirbeltiere, die Säugetiere in jeder Beziehung geeignet als vorherrschende Landwirbeltiere. Fassen wir eine engere Gruppe ins Auge, so finden wir innerhalb des Typus der Säugetiere die Wale als Wassersäuger, die Fledermäuse als Luftsäuger, die Huftiere, Nagetiere u. a. als charakteristische Landsäugetiere ausgebildet. Und diese Beziehungen können wir bis ins einzelne verfolgen, wie bei den großen Gruppen, so finden wir sie bei den Gattungen und Arten sich wiederholen. Diese Beziehungen werden es sein, welche uns im nachfolgenden vielfach beschäftigen sollen. Ehe wir uns ihnen aber im einzelnen zuwenden, wird es geeignet sein, einige für unsere Erörterungen notwendige Begriffe klar zu umgrenzen.

Daß die Tiere, so wie wir sie in der Natur vorfinden, jeweils in ihren „Lebensraum" hineinpassen, d. h. daß sie in ihm die geeigneten Lebensbedingungen finden, das drücken wir im allgemeinen dadurch aus, daß wir sagen, ein Tier ist an seinen „Lebensraum" angepaßt. Der Begriff Anpassung ist in den letzten Jahrzehnten sehr viel erörtert worden und ist ein Schlagwort der Abstammungslehre. Die verschiedensten Theorien über die Abstammung der Organismen bedienen sich des Begriffes der Anpassung, und zwar wird er von den verschiedenen Theorien in verschiedener Weise gedeutet und angewandt. Hier in unserem Buche soll das Wort Anpassung rein beschreibend ohne theoretischen Beigeschmack benützt werden. Es soll die Beziehungen der Art zu ihrem „Lebensraum" ausdrücken. Wenn wir also sagen, daß ein Fisch an das Wasserleben, daß ein Vogel an das Luftleben angepaßt ist, so drücken wir damit nur das Ergebnis einer sehr einfachen Beobachtung aus; wir sagen damit, daß das Tier auf Grund seines Baues, seiner Funktion und seiner Gewohnheiten geeignet oder passend ist, um im Wasser bzw. in der Luft zu leben. Wie das zustande gekommen ist, darüber wollen wir vorläufig gar nichts aussagen.

Untersuchen wir eines der genannten Tiere während des ganzen Verlaufs seiner Lebensgeschichte, so erkennen wir, daß die erwähnten allgemeinen Anpassungen mit dem Tiere geboren werden, oder daß sie sich doch während seines Wachstums bei ihm ausbilden. Alle Individuen der gleichen Art sind im Besitze dieser allgemeinen Anpassungen. Sie gehören zu den Eigenschaften, welche für die Art charakteristisch sind; infolgedessen bezeichnen wir sie auch als „organisatorische Anpassungen".

Digitized by Google

Diese „organisatorischen Anpassungen" können sich auf alle möglichen Eigenschaften des Organismus beziehen. So werden wir erstens einmal morphologische Anpassungen zu unterscheiden haben. Es sind dies solche, welche sich auf die Körperform, auf die Form der Organe und der sie zusammensetzenden Bestandteile des Körpers beziehen. Es ist z. B. eine morphologische Anpassung, wenn ein Tier, welches im Wasser lebt oder in der Luft zu schweben gewohnt ist, eine Körpergestalt besitzt, welche dies erleichtert oder an seinem Körper als Anhänge Schwebeflächen oder Schwebefortsätze ausgebildet hat. Desgleichen ist in diese Kategorie die kegelförmige Bildung des Körperendes bei einem sandwühlenden Tiere zu rechnen oder der Besitz von Grabbeinen bei in der Erde grabenden Tieren usw. Zweitens unterscheiden wir physiologische Anpassungen. Dieselben können alle Funktionen des Körpers betreffen, also z. B. die Ernährung, die Exkretion, die Bewegungsweise des Tieres usw. So gehört es in das Gebiet der „organisatorischen Anpassungen", wenn das Essig-Älchen imstande ist, die sämtlichen Bestandteile für seine Ernährung im Essig zu finden, oder wenn ein Parasit in irgendeinem Teile eines anderen Tieres Säfte ausnützt, denen die meisten anderen Tiere ohne weiteres zum Opfer fallen würden. Drittens können die Anpassungen sich aber auf die psychologischen Eigentümlichkeiten der Tiere erstrecken. Wir verstehen unter solchen die Eigenschaften, welche die Handlungen der Tiere verursachen. Es sind zum Teil sehr komplizierte Tätigkeiten, welche die Tiere durchführen, um in ihrem „Lebensraum" existieren zu können. Vielfach sind diese Handlungen für eine Tierart absolut festgelegt und erfolgen seit Jahrtausenden bei einem Individuum wie bei dem anderen. So sind sie für uns genau unter demselben Gesichtspunkt zu betrachten wie die morphologischen und physiologischen Anpassungen. Ein solche „psychologische" Anpassung sind z. B. die komplizierten Brutpflegegewohnheiten der Bienen und Wespen.

Die drei Gruppen von „organisatorischen Anpassungen" bilden stets ein festgefügtes System; sie greifen in sehr vollkommener Weise ineinander. Gestalt und Funktion des Körpers einer Tierart und der einzelnen Organe desselben vereinigen sich mit den Handlungen des Tieres, um das ganze System zweckmäßiger Vorgänge herbeizuführen, welche das Leben des Tieres gewährleisten. Im ersten Bande dieses Werkes wurde ja an sehr vielen Beispielen das Ineinandergreifen von Gestalt und Funktion dargestellt. In den nachfolgenden Kapiteln des Bandes werden sich viele Gelegenheiten zur Erörterung des Zusammenhangs dieser Komponenten mit der Außenwelt und andererseits, man möchte sagen, mit der Innenwelt des Tieres ergeben.

Der naive Mensch fühlt sich beim Anblick der komplizierten Vorgänge im Leben eines Tieres unwillkürlich dazu gedrängt, dem Tier ein Innenleben zuzuschreiben, welches er mit seinem eigenen Seelenleben vergleicht. Indem man die Handlungen der Tiere beschreibt, vergleicht man sie mit den Handlungen des Menschen; von diesem Vergleich ist ein kleiner Schritt zu der Annahme, daß bei Tieren und Menschen ähnliche Ursachen die Handlungen bedingen. Wie man beim Menschen als Grundlage der Handlungen das Wirken einer Seele annimmt, so postuliert man als parallele Erscheinung das Vorhandensein einer „Tierseele".

Der Gelehrte kann auf einem anderen Wege eventuell zu einem ganz ähnlichen Resultat kommen wie der naive Naturbetrachter. Wenn er auf dem Boden der Abstammungslehre steht und damit die enge Blutsverwandtschaft zwischen Menschen und Tieren annimmt, so wird er einer solchen Annahme durchaus geneigt sein; denn wenn der Mensch mit den Tieren blutsverwandt ist, wenn er aus denselben Elementen gebaut ist und an ihm dieselben Vorgänge sich abspielen, warum sollte er zu seinen Handlungen eines anderen zentralen Faktors bedürfen als die, welche mit ihm gleiche Abstammung teilen?

Digitized by Google

Ein solcher Schluß, der oft gemacht worden ist, entspricht aber nicht den Forderungen exakter Wissenschaft. Wohl kann eine solche Annahme als Theorie wichtige Gesichtspunkte für die fortschreitende Forschung bieten, aber man kann nicht leugnen, daß von vornherein andere Annahmen ebenfalls ein Recht auf Diskussion besitzen.

Wir dürfen uns also im Anfang unserer Darstellung nicht auf eine Theorie festlegen, welche unsern Blick für die Beurteilung des Naturgeschehens trüben könnte. Wir wollen zunächst die Tatsachen kennen lernen, welche das Tierleben darbietet. Erst am Schluß dieses Bandes wollen wir die Theorien erörtern, welche man über das Innenleben der Tiere aufgestellt hat. Mittlerweile wollen wir in unseren Ausdrücken nicht allzu ängstlich sein; wir wollen uns aber merken, daß man nicht von vornherein annehmen darf, daß das Innenleben der Tiere dem des Menschen ähnlich oder gleich sei. Es liegen vielmehr zahlreiche Tatsachen vor, aus denen wir schließen müssen, daß vieles im Innenleben der Tiere von demjenigen des Menschen abweicht. Trotzdem werden wir die Handlungen der Tiere vielfach mit ähnlichen Worten beschreiben, wie wir sie für Handlungen des Menschen verwenden würden. Unsere Sprache ist nicht reich genug, um das ohne schwerfällige Umschreibungen stets vermeiden zu können. Wie sich aber in Wirklichkeit die Tierpsychologie zur Psychologie des Menschen verhält, das wollen wir erst nach der Erörterung des Tatsachenmaterials besprechen.

Beobachten wir das Leben irgendeiner Tierart, so können wir noch weitere Einrichtungen erkennen, welche das Tier vor den Fährnissen seines Lebensraums beschützen, welche aber in charakteristischer Weise von den organisatorischen Anpassungen abweichen. Ein Tier z. B., welches durch viele Feinde verfolgt wird, ist dadurch gezwungen, seine Muskeln zu üben. Es wird dadurch kräftiger und gewandter als seine träger lebenden Artgenossen; ist ein Hecht im Karpfenteich, so bekommen die Karpfen ein festeres besseres Muskelfleisch. Das ist eine Erfahrung, die fast so alt ist wie die, daß der Schmied stärkere Arme hat als der Schneider.

Wie im Bau, so können wir vielfach auch in den Funktionen eine Veränderung erkennen, wenn Tiere veränderten Lebensbedingungen ausgesetzt werden. So wissen wir z. B., daß Tiere sich an Gifte allmählich gewöhnen können, daß sie gegen Parasiten Antikörper (Gegengifte) zu bilden vermögen. Das setzt Änderungen in den Stoffwechselvorgängen des Tierkörpers voraus. Auch auf dem Gebiet der Handlungen finden wir Abänderungen der „normalen" Gewohnheiten der Tiere. So ist z. B. durch Forel nachgewiesen worden, daß Ameisen (Myrmecocystus altisquamis), welche in Algier vorkommen und dort Nester mit sehr weiter Öffnung bauen, nach Versetzung in die Schweiz neue Gewohnheiten annahmen. Zwar anfangs bauten sie genau wie in der Heimat; in dem neuen Wohngebiet fanden sie aber bald neue Feinde, an die sie nicht gewöhnt waren, nämlich andere Ameisenarten: Lasius niger L. und Tetramorium caespitum L. Um ihr Nest vor deren Angriffen zu sichern, verkleinerten sie den Nesteingang immer mehr und verschlossen ihn endlich fast ganz mit Erde.

Die Beispiele, welche wir hier angeführt haben, zeigen uns Abänderungen in den morphologischen, physiologischen und psychologischen Eigenschaften der Art. Diese Abänderungen haben gemeinsam, daß sie zum Ausgleich von Einwirkungen dienen, welche das Individuum schädigen könnten. Sie sind also im Interesse des Individuums erfolgende, zweckmäßige Vorgänge. Damit zeigen sie große Ähnlichkeit mit den früher besprochenen organisatorischen Anpassungen. Während diese aber allen Individuen der gleichen Art gemeinsamer Besitz waren, zeigen die jetzt besprochenen Vorgänge bei den einzelnen Individuen der gleichen Art je nach den Umständen, unter denen sie zur Beobachtung gelangen, bedeutende Verschiedenheiten. Die organisatorischen Anpassungen bedingen, daß jede Tierart in ihrer Ge-

Digitized by Google

samtheit in ihren normalen Lebensraum hineingepaßt ist; jetzt haben wir aber gesehen, daß auch jedes einzelne Individuum seine Beziehungen zu den schwankenden Bedingungen seines Lebensraums *regulieren* kann. Daher bezeichnet man diese Form der individuellen Anpassungsfähigkeit als die Fähigkeit zur *Regulation*, man nennt die sich aus dieser Fähigkeit ergebenden Anpassungen *regulatorische Anpassungen*. Man denkt bei dieser Bezeichnung an den Regulator der Dampfmaschine, welcher deren Gang entsprechend den Änderungen im Lebensraum der Dampfmaschine, also der Abkühlung oder Erwärmung usw. regelt.

Während also die Fähigkeit zur Regulation eine Grundeigenschaft der Tierarten ist, sind die regulatorischen Anpassungen Besonderheiten des Individuums, welche bei den einzelnen Individuen, ja selbst bei Geschwistern ganz verschieden ausfallen können, je nach den Lebensschicksalen derselben. Wir können das auch so ausdrücken: die regulatorischen Anpassungen werden nicht vererbt, während die organisatorischen Anpassungen natürlich vererbt werden. Die Fähigkeit zur Regulation selbst ist selbstverständlich erblich; der Effekt dieser Fähigkeit bleibt aber auf das Individuum beschränkt. Ja in vielen Fällen ist eine solche regulatorische Anpassung nur in einem Lebensabschnitt eines Tieres vorhanden. Es kommt nicht selten bei dem gleichen Individuum unter veränderten Bedingungen später wieder eine Umregulierung zustande, durch welche das Tier sich den neuen Verhältnissen anpaßt.

Wir wissen aus der Erfahrung, daß regulatorische Anpassungen in der Regel nicht erblich sind: der Sohn des Schmiedes erbt nicht die starken Armmuskeln seines Vaters und wenn er Schneider wird, so bekommt er mit der Zeit die zarten Schneiderarme. Auch die logische Überlegung zeigt uns, daß nicht jede regulatorische Anpassung sich vererben kann; was müßte jeder Organismus ein bizarres Sammelsurium darstellen, wenn jede vorübergehende Anpassung bei den Nachkommen wiederkehren würde. Trotzdem sind viele Forscher der Ansicht, daß langwirkende, viele Generationen hindurch andauernde Einflüsse besonderer Art die Folge haben, daß die durch sie bewirkten regulatorischen Anpassungen schließlich vererbt werden. Das würde also bedeuten, daß regulatorische Anpassungen schließlich sich in organisatorische umwandeln können. Das sei hier nur erwähnt, später am Schlusse dieses Bandes soll auch diese Theorie ausführlich erörtert werden.

Zunächst wird es für uns von Vorteil sein, wenn wir stets scharf zwischen Angepaßtsein (organisatorischen Anpassungen) und Anpassungsvermögen bzw. Regulationsfähigkeit (regulatorischen Anpassungen) unterscheiden. Das erstere ist eine Eigenschaft der Art, das letztere erzeugt Eigenschaften des Individuums.

Die Grenzen der Anpassungsfähigkeit sind bei den einzelnen Organismenarten sehr verschieden: die einen sind in hohem Grad regulationsfähig, die anderen sehr wenig, die einen sind es mehr in morphologischen, die anderen in physiologischen, wieder andere in psychologischen Eigenschaften. Selten ist die Regulationsfähigkeit auf diesen drei Gebieten gleichmäßig ausgebildet.

Wir werden nun in diesem Buch zu besprechen haben, wie Angepaßtsein und Regulationsfähigkeit bei den Tieren zusammenwirken, um ihnen unter den Bedingungen, denen sie während ihres Lebens ausgesetzt sein können, Existenz und Fortpflanzung, Erhaltung des Individuums und Erhaltung der Art zu sichern.

Morphologische Änderungen, Wechsel in den Funktionen und in den Handlungen folgen sich im Leben der Tiere in einer mehr oder weniger gesetzmäßigen Weise. Eine gewisse Reihe derartiger Veränderungen durchläuft jedes Tier in seinem Dasein; sie stellen die Entwicklungsgeschichte eines Tiers im weitesten Sinne des Wortes dar. Um nun den Ab-

Digitized by Google

lauf der verschiedenen Vorgänge an seinem Körper zu ermöglichen, um sie begünstigende Zustände herbeizuführen, sie störenden Vorgängen auszuweichen, führt jedes Tier in seinem Leben eine Anzahl von Handlungen aus, welche im Leben jedes Individuums mit einer mehr oder minder absoluten Gesetzmäßigkeit aufeinander folgen. Diese Handlungen, welche also jeweils charakteristisch für die Tierart sind, nennen wir deren Lebensgewohnheiten.

Die Lebensgewohnheiten eines einfachen Tieres, wie eines Hydroïdpolypen, bestehen etwa in folgenden, sich aneinander anschließenden Handlungen: die Larve, welche aus dem befruchteten Ei entstanden ist, schwimmt eine Zeitlang im Meerwasser umher, geleitet durch die Reize, welche die Wirkung der umgebenden Welt in ihrem Körper verursacht, also durch Lichtreiz, Schwerkraftreiz usw. Nach einiger Zeit ändert sich die Reizbarkeit des kleinen Organismus; neue Reize werden von bestimmender Wirkung für seine Zukunft. Statt das freie Wasser sucht er nun den Grund auf, heftet sich an Steinen, Algen oder dergleichen an und wächst nun durch eigenartige Vorgänge zu einem festhaftenden, pflanzenähnlichen Stöckchen heran. Die Art und Richtung des Wachstums wird wiederum durch die Kräfte der umgebenden Welt beeinflußt. Die Einzelpolypen des entstandenen Stöckchens entfalten ihre Tentakel und führen mit ihnen Bewegungen aus. Sie fangen mit ihrer Hilfe kleine Organismen ein, von denen sie sich ernähren. Naht ein Feind, so zucken sie zusammen, und ihre Kontraktilität gestattet ihnen, die zarten Teile ihres Körpers vor dessen Nachstellungen in bergenden Schutz zurückzuziehen. Gegen kleine Feinde schützt sie die nesselnde Wirkung ihrer Oberflächenschicht. So wachsen die Polypen allmählich heran, bis sie neue Eier erzeugen, aus denen Individuen sich entwickeln, welche alsbald von neuem den geschilderten Kreislauf der Lebensgewohnheiten beginnen.

Noch komplizierter können die Lebensgewohnheiten einer höheren Tierart, etwa einer Insektenart sein. Sehen wir uns z. B. im Sommer am Ufer eines Süßwassertümpels das Treiben der Libellen an: Da sehen wir in eigenartiger Umklammerung Männchen und Weibchen gemeinsam fliegen. Das Weibchen ist schon befruchtet, aber das Männchen verläßt es nicht auf seinem Fluge, den es unternimmt, um die Eier an geeigneten Orten unterzubringen. Jedesmal, wenn das Paar in seinem gemeinsamen Fluge zur Wasserfläche niederdippt, bringt das Weibchen an einem Teil einer Wasserpflanze ein einzelnes Ei unter. Aus jedem Ei schlüpft nach einiger Zeit eine kleine Larve aus; dieselbe bewegt sich im Wasser umher, flieht und verbirgt sich vor Feinden, schleicht sich in eigenartiger Weise an andre Tiere heran und bemächtigt sich ihrer Beute mit ihren scharfen Mundwerkzeugen, welche sie mit Hilfe eines besonderen Mechanismus weit vorschleudern kann.

Herangewachsen steigt sie im nächsten Sommer aus dem Wasser; aus der leer zurückbleibenden Larvenhaut kriecht die leichtbeschwingte, luftbewohnende Libelle aus. Sie sieht ganz anders aus als ihre wasserbewohnende Larve und hat auch ganz andere Lebensgewohnheiten. Allerdings ein Raubtier ist auch sie; sie schwirrt durch die sonnendurchglänzte Luft und fängt die fliegenden Insekten: Mücken, Schmetterlinge, Netzflügler, was sie erwischt. Wenn die Zeit der Paarung kommt, vereinigen sich wieder Männchen und Weibchen, und wenn die Eier am richtigen Ort untergebracht sind, kann die neue Generation beginnen, in gesetzmäßigem Ablauf die Handlungen zu wiederholen, welche für Art und Geschlecht eigentümlich sind.

Die Existenz des Individuums und der Art ist abhängig davon, daß die richtigen Handlungen im richtigen Moment ausgeführt werden. Man denke nur an den Akt des Aufsuchens und des Verlassens des Wassers.

Digitized by Google

Genau so, wie wir es in zwei Fällen etwas eingehender geschildert haben, genau so sind alle Tierarten an ihre Umwelt angepaßt und noch dazu vorbereitet, um sich, wenn es nötig wird, noch weiter anzupassen. Die Lebensgewohnheiten der Eltern eines Tieres bringen es mit sich, daß jedes Individuum normalerweise innerhalb einer bestimmt gearteten Umwelt geboren wird. Ein Lufttier kommt an der Luft, ein Wassertier im Wasser zur Welt; es ist vorgesorgt, daß es Nahrung und in seiner hilflosen Jugend Schutz vor Feinden findet. Kaum ist es geboren, so beginnt es sich mit seiner Umwelt in Beziehungen zu setzen. Die Fäden werden geknüpft, welche von da an während des ganzen Lebens das Tier mit seinem Lebensraum verbinden; sie werden zwar manchmal geändert und gelockert, im großen und ganzen bleiben sie dieselben. Jede Änderung an ihnen hat Änderungen in dem Gleichgewichtszustand des Organismus zur Folge, aber auch die Umwelt selbst bleibt von solchen Änderungen nicht unbeeinflußt.

Man kann einen Organismus mit einem modernen Haus vergleichen, in welches von allen Seiten Drähte und Röhren hineingeleitet sind. Die Röhren bringen Gas, Wasser, Wärme ins Haus, die Drähte Kraft, allerhand Nachrichten, Licht usw. Durch die Leitungen steht das Haus mit vielen anderen Häusern und mit wichtigen Faktoren der Außenwelt in Verbindung. Nichts kann sich an einem Haus oder an seinen Leitungen ändern, ohne daß alle anderen Häuser etwas davon verspüren, nichts an den Zentren in der Außenwelt, ohne daß es im Haus wahrnehmbar wird, und nichts an dem Haus, ohne daß eine Rückwirkung auf die Außenwelt sich einstellte.

Genau so ist jedes Tier mit seiner Umwelt verkettet, — verkettet, wie wir jetzt zurückkehrend zu den Betrachtungen, von denen wir ausgingen, sagen können, auf Grund seiner morphologischen, physiologischen und psychologischen Anpassungen. Durch sie ist es mit den unzähligen Faktoren seines Lebensraumes eng verbunden. Erinnern wir uns nun wieder an das Beispiel, welches wir oben S. 2 erörterten, an den Traubenwickler, so fällt es uns leicht, in dessen Lebensraum zwei Hauptgruppen von Faktoren zu unterscheiden, welche auf das Tier einwirken müssen: einerseits die klimatischen Bedingungen, das Licht, die Schwerkraft, der Charakter des Substrats, auf dem das Tier vorkommt usw., also *die unbelebten Faktoren* des Lebensraums, und andrerseits die Pflanzen und Tiere, welche es umgeben und welche Einfluß auf sein Gedeihen haben, also *die belebten Faktoren* seines Lebensraums.

Diese Einteilung ist nicht so künstlich, wie sie auf den ersten Blick erscheint. Beide Gruppen von Faktoren wirken in etwas verschiedener Weise auf die Organismen ein, und die letzteren verhalten sich ihnen gegenüber verschieden. So werden wir diese Einteilung beibehalten und bei unserer Darstellung mit der Schilderung der belebten Faktoren des Lebensraums der Tiere beginnen. Wir setzen diese Kapitel an den Anfang, obwohl sie Probleme betreffen, welche sehr kompliziert und zum geringsten Teil gelöst sind. Indem wir aber mit ihnen beginnen, werden wir den Vorteil haben, von den komplizierteren zu den durchsichtigeren Vorgängen fortzuschreiten, so daß wir an letztere die Darstellung der bis jetzt aufgeklärten allgemeinen Gesetzmäßigkeiten des Tierlebens anschließen können.

Wir werden dabei jeweils die allgemeinen Erscheinungen im Leben der Tiere unter leitenden Gesichtspunkten besprechen, indem wir im Zusammenhang mit den Bedingungen des Lebensraums immer zuerst die *organisatorischen Anpassungen* und im Anschluß an sie die *regulatorischen Anpassungen* schildern.

Digitized by Google

Erſtes Buch

Das Tier und die belebten Elemente ſeines Lebensraums

Digitized by Google

1. Kapitel.

Die Lebensgemeinschaften.

Wer die Natur mit aufmerksamen Blicken beobachtet, der ist gewöhnt, in bestimmt gearteten Gegenden bestimmte Tiere und Pflanzen vorzufinden. Man spricht von Pflanzengesellschaften, welche für Örtlichkeiten von besonderer Beschaffenheit charakteristisch sind; ebenso kann man Tiergesellschaften unterscheiden, welche aus Gruppen von Arten gebildet sind, die so mit großer Regelmäßigkeit miteinander verbunden vorkommen. Jeder Insektensammler weiß, daß er da, wo er die kleinen Bockkäfer aus den Gattungen Strangalia und Leptura findet, daß er da auch von Schmetterlingen Lycaenen, Vanessen und Pieriden fangen kann, von Fliegen die Schwebfliegen aus den Gattungen Volucella und Helophilus usw. Er weiß, daß, wo Libellen vorkommen, auch Eintagsfliegen, Stechmücken, Wasserkäfer zu erwarten sind. Der Ornithologe unterscheidet die Feldvögel von den Waldvögeln, der Säugetierkenner die Steppentiere von den Urwaldbewohnern. Jeder von ihnen denkt bei diesen Bezeichnungen jeweils und für jede Gegend an eine ganze Reihe von Tierarten, welche gemeinsam vorkommen und deren gemeinsames Vorkommen durch gewisse Gesetzmäßigkeiten bedingt ist.

Was die Pflanzengesellschaften zusammenfügt, sind natürlich in erster Linie Eigenschaften des Untergrunds, klimatische Faktoren usw., welche auf die einzelnen Pflanzenarten gleichmäßig einwirken und dadurch bedingen, daß an einem gegebenen Orte die einen existieren können, die anderen nicht. Längst schon weiß man aber, daß für viele Pflanzen das Vorkommen anderer Arten, von denen sie irgendwie abhängig sind, Vorbedingung der Existenz ist. Das gleiche gilt für die Tierwelt, und wie die Tiere von anderen Tieren, so sind die Tiere von den Pflanzen und die Pflanzen von den Tieren abhängig. Die nächsten Kapitel werden uns über viele Fälle von solcher Abhängigkeit aufklären. Einstweilen möge es genügen, daran zu erinnern, daß viele Pflanzen in freier Natur nur da vorkommen können, wo die geeigneten Insekten vorhanden sind, um die Befruchtung ihrer Blüten zu vollziehen. Diese Insekten können wiederum nur da bestehen, wo von den Pflanzen ihnen und ihren Larven die richtige Nahrung dargeboten wird. So erkennen wir denn beim genaueren Studium irgendeines kleinen Stückchens der Erdoberfläche, daß die Gemeinschaft der Tiere und Pflanzen, welche es beleben, keine zufällig zusammengewürfelte Gesellschaft darstellt. Uralte Gesetze haben die Bürger eines solchen Gemeinwesens zusammengeführt, uralte Gesetze regeln ihr Zusammenleben.

Diese Gesetze bedingen es auch, daß unter normalen Verhältnissen keine der Tierarten und keine der Pflanzenarten die andere unterdrückt und überwuchert. Jahr für Jahr können wir an der gewohnten Stelle die gleiche Tier- und Pflanzengesellschaft wiederfinden, wenn wir nicht mit roher Hand das Gleichgewicht in ihr stören.

Solche Gemeinschaften von Tieren und Pflanzen beschreibt man als „Lebensgemeinschaften“ oder „Biocönosen“; man versteht unter solchen die Gesamtheit der Tiere und

Pflanzen, welche an dem Ort, an welchem sie vorkommen, alle Bedingungen für ihre Entstehung und Erhaltung finden; sie stehen „dauernd miteinander und mit den Lebensbedingungen des betreffenden Orts in Wechselbeziehung, so daß sie der Zahl nach wohl gewissen Schwankungen unterworfen sind, im allgemeinen aber einander stets das Gleichgewicht halten".

Bis zu einem gewissen Grad stellt die Gesamtheit der lebenden Tier- und Pflanzenwelt eine solche Biocönose größten Stiles dar, und diese riesige Biocönose ist aus zahlreichen kleineren Lebensgemeinschaften zusammengesetzt, welche durch tausendfältige Beziehungen untereinander verkettet sind.

So bilden z. B. bei uns zulande die Tiere des Waldes und die Tiere des Feldes je eine Lebensgemeinschaft; aber die im Wald lebenden Raubtiere, welche gelegentlich oder regelmäßig Feldtiere als Beute einfangen, deuten nur eine der zahlreichen Verknüpfungen an, welche beide Lebensgemeinschaften zu einer höheren Einheit verbinden. In analoger Weise ist die so charakteristische Lebensgemeinschaft der Planktontiere mit derjenigen der Bodenbewohner in ständigem Verkehr.

Wie sehr die einzelnen Organismen voneinander abhängig sind, zeigt am besten die etwas eingehendere Analyse einer bestimmten Biocönose. Moebius, welcher den Begriff der Biocönose zuerst aufgestellt und durchgeführt hat, war auf dies wertvolle Hilfsmittel der Betrachtung und Beschreibung durch seine Studien über die schleswig-holsteinischen Austernbänke gekommen. Eine Austernbank ist denn auch ein Musterbeispiel für eine Lebensgemeinschaft im Meere. Moebius konnte feststellen, daß die Austernbänke nur an ganz bestimmten Stellen des Meeres vorkommen, welche durch eine besondere Beschaffenheit des Bodens ausgezeichnet sind, und wo das umgebende Wasser im Laufe der Jahreszeiten bestimmte Temperaturen und einen bestimmten Salzgehalt aufweist. Dort kommt eine Fauna und Flora vor, welche stets aus denselben Arten zusammengesetzt ist.

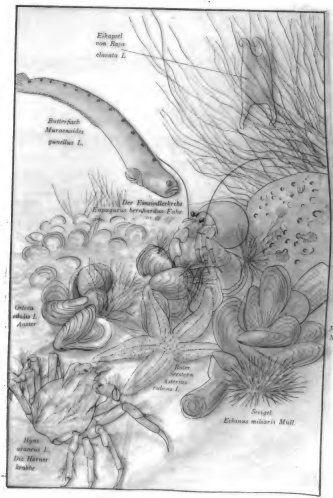
Der Boden der Austernbänke besteht meist aus mit Schlamm durchsetztem Sand; er ist mit einer Unzahl von toten Austernschalen früherer Generationen bedeckt, auf welchen sich die jungen Austern nach ihrem freischwimmenden Larvenleben festsetzen. Sie wachsen nur auf reinen, schlammfreien Gegenständen am Meeresboden an; daher findet man Austern in unserem schlammreichen Wattenmeer nur an bestimmten Stellen. Sie kommen vor allem in den tieferen Rinnen vor, und die jungen Tiere lassen sich vorwiegend auf lebenden und toten alten Austern nieder, seltener auf Schalen anderer Weichtiere, auf Steinen, Balken, Pfählen, Reisig usw.

Der Salzgehalt des Meerwassers beträgt im Bereich der Austernbänke gegen 3 %; die Temperaturen steigen im Juli und August bis 20—23° C, im Januar und Februar sinken sie auf — 2 bis — 2,4° C.

Geschlechtsreife Austern, welche ja zwittrige Tiere[1]) sind, bilden in ihrer Geschlechtsdrüse in einem Jahr Eier, im nächsten Sperma. Auf einer Austernbank findet man in der Regel unter 1000 ausgewachsenen Austern 500 mit Eiern und 500 mit Sperma. Eine ausgewachsene weibliche über 6 Jahre alte Auster produziert über eine Million Eier, die sich, wie das bei den Muscheln die Regel ist, zwischen ihren Mantellappen und Kiemen zu bewimperten, schwimmfähigen Larven entwickeln. Wenn diese ausgeschwärmt sind, so werden die meisten von ihnen dem Kampf ums Dasein erliegen: sie werden vielfach schon in der Nähe ihrer Geburtsstätte von den Bewohnern der Austernbank verzehrt oder geraten in Schlamm und Sand und ersticken usw. Auch die jungen Austern, welche sich auf festen Gegen-

1) Nicht alle, aber bestimmte Arten der Gattung Ostrea, vgl. 1 Band S. 502.

Digitized by Google


Eihaufel
von Raja
clavata L.
Buttersisch
Muraenoides
gunellus L.
Der Einsiedlerkrebs
Pagurus bernhardus Fabr.
Sabellaria
spinulosa Leach.
Pomgonuru.
Sandkoralle
Gelbe
edulis L.
Auster
Miesmuschel
Mytilus edulis L.
Rothe
Seestern
Asterias
rubens L.
Seeigel
Echinus miliaris Müll.
Hyas
araneus L.
Die Harven
krabbe

Nr. Tafel 1

Tierwelt auf einer holländischen Austernbank.

Digitized by Google

Digitized by Google

ständen aus den festgesetzten Larven entwickeln, haben eine Menge von Feinden, denen sie je nach ihrer Größe zum Opfer fallen können; so vor allem Krebse und Seesterne. Obwohl also 1000 ausgewachsene Austern über 500 Millionen Eier erzeugen, finden sich auf ihre Zahl nur etwa 400—500 halbwüchsige Individuen.

Mit den Austern gemeinsam lebend finden sich an der Küste von Schleswig-Holstein nach Moebius 8 Arten Fische, 17 Weichtiere, 23 Krebse, 1 Meerspinne, 2 Manteltiere, 12 Würmer, 4 Moostiere, 3 Stachelhäuter, 23 Nesseltiere, 2 Schwämme und eine größere Anzahl von Protozoenarten. Von Fischen sind hauptsächlich hervorzuheben: Agonus cataphractus L. der Steinpicker, Muraenoides gunellus L. der Butterfisch und Raja clavata L. der Nagelroche. Die eigentümlichen viereckigen Eikapseln des letzteren finden sich regelmäßig auf den Austerbänken. Von Schnecken ist das Wellhorn (Buccinum undatum L.) ein ganz regelmäßiges Vorkommnis, von Muscheln die Sandmuschel (Mya arenaria L.) und vor allem die Miesmuschel (Mytilus edulis L.). Stets finden sich die Crustaceen: Hyas araneus L. die Hörnerkrabbe, Eupagurus bernhardus Fabr. der Einsiedlerkrebs, häufig Carcinus maenas Leach. der kleine Taschenkrebs, Crangon crangon L. die Granat, Gammarus locusta Fabr. der Flohkrebs. Unter den Borstenwürmern sind der Schuppenwurm (Lepidonotus squamatus L.) und der Sandrollenwurm (Sabellaria spinulosa Leuck.) hervorzuheben; letzterer bildet Röhren, welche auf den Schalen der Austern oft in so dicken Klumpen aufsitzen, daß ihr Gewicht die Netze der Fischer fast zerreißt.

In ähnlicher Weise wird das Gallertmoostier (Alcyonidium gelatinosum L.) oft zu einer schweren Belästigung für die Austernfischerei, da es handlange Kolonien bildet, welche auf den Schalen lebender Austern wachsen. Von Stachelhäutern verdient außer dem kleinen, violett oder grün gefärbten Seeigel (Echinus miliaris Müll.) vor allem der rote Seestern (Asterias rubens L.) Erwähnung; denn er gehört zu den gefährlichsten Feinden der Austern, deren Schalen er öffnet, um das Tier zu verzehren. Daß mit anderen festsitzenden Tieren auch viele Hydroidpolypen und Schwämme die Austernbänke besiedeln, bedarf kaum besonderer Hervorhebung. Doch mag der Bohrschwamm (Cliona celata Grant.) noch besonders erwähnt werden, da er im Innern der Austernschale lebend, dieselbe siebartig durchlöchert und so brüchig macht, daß sie keine Belastung aushalten kann.

Die regelmäßig vorkommenden Protozoen bilden nebst Diatomeen, Algen, Larven der anderen vorkommenden tierischen Mitbewohner der Bank, sowie zahlreichen Tieren des Planktons die Nahrung der Austern. Umgekehrt dienen die Austern selbst im erwachsenen und vor allem im jugendlichen Zustand den Seesternen, Krabben usw. als Nahrung. Die schwärmenden Austernlarven werden wohl von Miesmuscheln, Würmern, Moostieren, Aktinien, Quallen, Hydroidpolypen und allen möglichen anderen Tieren eingeschlürft.

So dienen die einen den andern, und wie außer den äußeren Lebensbedingungen die anderen Bankbewohner wesentlich dazu beitragen, daß die Austern trotz ihrer enormen Keimerzeugung nicht vorherrschen, so halten auch die Austern die Vermehrung ihrer Mitbewohner innerhalb bestimmter Grenzen.

Nicht überall ist die Biocönose einer Austernbank aus den gleichen Organismenarten zusammengesetzt. Die gleiche Austernart wie auf den schleswig-holsteinischen Bänken kommt auch bei Helgoland und auf tieferen Stellen des Bodens der westlichen Nordsee vor. Und von den Austern der drei erwähnten Wohngebiete weiß Moebius folgende bemerkenswerten Beobachtungen zu berichten:

„In jedem der drei Austerngebiete wächst die junge Auster unter anderen eigentümlichen physikalischen und biologischen Lebensverhältnissen auf, ist sie Mitglied einer anderen

Digitized by Google

Lebensgemeinſchaft oder Biocönoſe, die ihren ſpezifiſchen Eigenſchaften einen beſtimmten anderen Stempel aufdrückt. Die Organe einer Tierſpezies, welche ſich in einer beſtimmten Biocönoſe in eigentümlicher Weiſe ausbilden, ſind gewiſſermaßen miteinander verbundene, zuſammenarbeitende, äußerſt empfindliche Inſtrumente, welche alle phyſikaliſchen und biologiſchen Einwirkungen gerade dieſer Biocönoſe durch eine beſondere morphologiſche und chemiſch-phyſiologiſche Ausbildung der Form und Farbe, des Geruchs und Geſchmacks und anderer Merkmale der Individuen dauernd anzeigen. Auf den Geſchmack und Geruch der Tiere und Pflanzen, welche uns Speiſen und Getränke liefern, können äußerlich gering erſcheinende biocönotiſche Eigentümlichkeiten einen ſehr wichtigen Einfluß ausüben. Wie ſich die feinſten Gewächſe einer Weingegend nur in gewiſſen bevorzugten Lagen ausbilden, während nicht fern davon nur geringere Sorten wachſen, ſo erlangen die ſchleswig-holſteiniſchen Auſtern den feinſten nußartigen Wohlgeſchmack nur auf denjenigen Bänken, wo auch Seehandpolypen (Alcyonium digitatum L.) und Dreikantwürmer (Pomatoceros triqueter L.) gedeihen, Tiere, welche auf den anderen Auſternbänken des Wattenmeeres nicht alle ihnen nötigen biocönotiſchen Lebensbedingungen vereinigt finden."

Wo in der Nordſee der Menſch die Auſtern intenſiv abzufiſchen beginnt, da ändern ſich raſch die Zuſtände. Die Auſtern können trotz ihrer Fruchtbarkeit nicht mehr genug Nachkommenſchaft erzeugen, um die Lücken in den Beſtänden zu ergänzen. Mit ihrer Zahl wird auch die mancher anderen Tierformen niedriger, während andere nunmehr begünſtigte Formen an Zahl zunehmen. Und ſo ändert ſich oft in kurzer Zeit der Charakter einer Lebensgemeinſchaft vollkommen.

Daß die Biocönoſen, die Lebensgemeinſchaften der Organismen, tatſächlich ein einheitliches Gefüge darſtellen, in welchem jedes Glied mit dem andern durch geſetzmäßige Beziehungen verbunden iſt, das erkennen wir überhaupt dann am beſten, wenn durch äußere Einflüſſe eine Störung dieſes Gefüges verurſacht wird. Solche Störungen hat in unſeren Zeiten nicht ſelten der Menſch herbeigeführt, indem er in ein Gebiet neue Organismen einführte.

Am auffälligſten ſind die Folgen der Zucht größerer Haustiere in für ſie günſtigen Gebieten, in denen ſie früher nicht vorkamen. Als Amerika, das Feſtland von Auſtralien und Neuſeeland entdeckt wurden, fehlten den dortigen Eingeborenen noch alle größeren Haustiere der alten Welt: Pferde, Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen. Wo dieſe Tiere eingeführt wurden, vermehrten ſie ſich vielfach ſo enorm, daß ſie verwilderten. Die Schweine z. B., welche Cook erſt etwa im Jahre 1770 in Neuſeeland eingeführt hat, waren hundert Jahre ſpäter ſo häufig geworden, daß auf der Nordinſel nach Finſch in der Provinz von Taranaki ein Jäger in einem Tag ihrer fünfzig ſchießen konnte. Hochſtetter gibt an, daß dort drei Männer lebten, welche in weniger als zwei Jahren 25000 der verwilderten Schweine erlegt hatten. Es iſt kein Wunder, daß unter ſolchen Umſtänden die einheimiſche Tier- und Pflanzenwelt nicht unbeeinflußt bleiben konnte. Doch gibt es über die Veränderungen auf Neuſeeland keine exakten Angaben, wie ſie auf einer kleinen Inſel wie St. Helena leichter durch Aufzeichnungen feſtzuhalten waren. St. Helena, das einſame Eiland mitten im Atlantiſchen Ozean, auf welchem die Engländer Napoleon I. gefangen hielten, iſt nur ca. 120 qkm groß und erhebt ſich in ſeinen höchſten Bergen nur bis etwa 700 m. Es wurde etwa im Jahre 1500 entdeckt; 1513 führten die Portugieſen dort die erſten Ziegen ein, welche nach 75 Jahren ſo zugenommen hatten, daß ihrer Tauſende vorhanden waren. Die Folge dieſer Zunahme iſt in erſchreckender Weiſe an dem Anblick zu erkennen, den heute St. Helena darbietet: während es im ſechzehnten Jahrhundert mit hohem, dichtem Wald bedeckt war, iſt es

Digitized by Google

heute kahl, die Felsen sind nackt, hie und da gibt es Stellen, welche an Wüste erinnern. Die Ziegen haben nun allerdings den Wald nicht aufgefressen, aber sie haben sein Wiederaufwachsen verhindert. Indem sie alle Kräuter, Sträuche, Büsche abweideten, die jungen Bäume zerstörten, vernichteten sie das Unterholz und die Pflanzendecke, welche den Humus an den Steilhängen festhielt. Die tropischen Regen wuschen den beweglichen Erdboden weg, und die nackten Felsen blieben stehen. Der Wald verschwand allmählich: 1709 berichtete der Gouverneur, daß es nötig sei, die Ziegen auszurotten, wenn man den Wald erhalten wolle; 1810 meldete ein anderer Gouverneur, daß durch die Tätigkeit der Ziegen der Wald vollkommen vernichtet sei. Mit dem Wald war eine Menge von einheimischen Sträuchern und Kräutern verschwunden, und gleichzeitig mit der Flora war natürlich die Fauna dezimiert worden. Alle jene Insekten z. B., welche in ihren Lebensgewohnheiten vollkommen von einer der betroffenen Pflanzenarten abhängig waren, mußten mit diesen verschwinden. Wiederum mit ihnen im Zusammenhang aber, weil ihnen Nistgelegenheiten fehlten usw., starben die meisten einheimischen Vögel aus. Schneckenarten verschwanden, denen die schattigen und feuchten Schlupfwinkel und wohl auch die Nahrung fehlten. Damit ist eine ganze Anzahl von Organismenarten der genaueren wissenschaftlichen Erforschung entzogen worden, welche niemals wieder vor eines Menschen Auge kommen werden; denn wie alle isolierten ozeanischen Inseln beherbergte St. Helena eine große Anzahl von besonderen Tier- und Pflanzenarten, die nur dort vorkamen. An deren Stelle traten nun Tierarten und Pflanzenformen, welche gut in der Nachbarschaft des Menschen und seiner Haustiere gedeihen. Kurz, an Stelle der alten ist eine vollkommen veränderte Biocönose getreten, in welcher eingeführte Pflanzen (ca. 700 Arten!), alle möglichen importierten Vögel, wie Kanarienvögel, Java-Sperlinge, einige afrikanische Finken, Perlhühner und Rebhühner, ferner Schmetterlinge und andere Insektenarten von weltweiter Verbreitung eine Hauptrolle spielen. Wie es in der alten herrschte, so hat sich auch in der neuen Biocönose nach der Störung unter vielen Kämpfen allmählich wieder ein Gleichgewicht eingestellt, welches aber durch jeden neuen Tier- oder Pflanzenimport gestört werden kann.

In den Ebenen Nord- und Südamerikas hat die Einführung europäischen Viehs den ganzen Charakter des Landes verändert. Wo viel Vieh weidet, ändert sich bekanntlich rasch die Vegetation, auch bei uns zulande. In den Pampas Argentiniens haben sich auf dem vom Weidevieh gedüngten Boden europäische Pflanzen ausgebreitet, unter denen die Artischockendistel und allerhand Unkräuter eine hervorragende Rolle spielen. Mit ihnen treten europäische Tiere auf und verdrängen die ursprüngliche Flora und Fauna der Pampas, so daß viele hundert Quadratmeilen dieser weiten Ebenen einen neuen biocönotischen Charakter angenommen haben. Das ist eine Parallelerscheinung zu einer bekannten Tatsache, die wir jederzeit in unseren Wäldern und Gebirgen feststellen können. Wenn wir mitten im Wald oder in den Bergen auf einer Lichtung eine Menge von Brennesseln, Disteln usw. finden, umschwärmt von zahlreichen Schmetterlingen aus den gewöhnlichen Arten der Gattungen Pieris und Vanessa, so ist dies ein sicheres Anzeichen dafür, daß sich hier einmal vor nicht allzulanger Zeit eine menschliche Siedlung befunden hat. Die hölzerne Sennhütte ist vielleicht gänzlich vermodert, von den Pflanzungen und Arbeiten des Menschen blieb keine Spur, der Naturforscher kann aber die Tatsache der Besiedlung an der Störung der Biocönose der ursprünglich ansässigen Organismenwelt erkennen.

Besonders interessant und in den Einzelheiten wohl bekannt sind die Einflüsse, welche die Einführung der Mungos oder Manguſten auf die Fauna von Ländern bewirkte, in denen ähnliche kleine Raubtiere vorher gefehlt hatten. Herpestes mungo Gm.,

Digitized by Google

der Mungo, iſt ein kleines Raubtier von Mardergröße, ein naher Verwandter des Ichneumon (Abb. 2); die uns hier hauptſächlich intereſſierende Art kommt in Oſtindien vor, verwandte Formen ſind in Südaſien und Afrika weit verbreitet. Sie alle ſind eifrige Vertilger von Ratten, Eidechſen, Schlangen uſw. Dieſe ihre Eigenſchaften ſuchte man z. B. in den Antillen auszunützen, wo die Zuckerrohrkultur zu einer ungeheuren Zunahme der Ratten (Hausratte und Wanderratte) geführt hatte. Auch dieſe ſchädlichen Nager waren urſprünglich den Antillen fremd; nach der Einſchleppung durch europäiſche Schiffe hatten ſie ſich unter den günſtigſten Lebensverhältniſſen, kaum behindert durch Feinde, dort ausgebreitet. Ja, ihre Feinde waren hie und da gleichzeitig Feinde des Menſchen, wie in Martinique, wo die gefürchtete Lanzettſchlange ſich faſt ausſchließlich von Ratten ernährt. Es iſt ein charakteriſtiſches Beiſpiel dafür, wie leicht eine Biocönoſe geſtört werden kann, daß in Martinique infolge der Verfolgung der Lanzettſchlangen die Ratten ſo enorm zunahmen, daß man ſich ihrer kaum zu erwehren wußte. In Jamaika, wo der Schaden, den ſie allein an den Zuckerrohrfeldern anrichteten, jährlich zwei Millionen Mark übertraf, machte man einen Verſuch mit der Einführung von Mungos aus Indien. Und zwar wurden neun Stück, vier Männchen und fünf Weibchen im Februar 1872 importiert, wie ich einem Aufſatz von Palmer im Jahrbuch des Ackerbauminiſteriums der Vereinigten Staaten von Nordamerika entnehme. Sie vermehrten ſich ſehr raſch und breiteten ſich über die ganze Inſel, bis ins Gebirge hinein aus. Auch auf anderen Inſeln Weſtindiens, ſo auf Kuba, Portoriko, Haiti und den kleinen Antillen haben ſich eingeführte Mungos gut eingebürgert nnd bilden heute noch Glieder der Fauna des Landes. In Jamaika konnte man bald feſtſtellen, daß die Ratten an Zahl abnahmen, und zehn Jahre nach der Einführung, 1882, betrug der Schaden an den Zuckerrohrfeldern nur mehr 900000 Mark.

Er nahm auch noch weiterhin ab; aber nun zeigte ſich, daß die Einführung eines neuen Gliedes in die Fauna des Landes nicht nur Einfluß auf die Tiere hatte, zu deren Verfolgung der Mungo aus Indien geholt worden war. Vielmehr begannen allmählich jene Beziehungen nach allen Richtungen ſich zu knüpfen, welche die Einfügung des Mungos in die Biocönoſe der Organismen von Jamaika anbahnten. Das ging zunächſt wieder nicht ohne das Eingreifen des Menſchen ab.

Zunächſt war der Mungo als nützliches importiertes Tier geſchützt und durfte nicht von den Jägern geſchoſſen werden. Als er aber an Zahl enorm zugenommen hatte und die Ratten abnahmen, begann er ſeine räuberiſche Tätigkeit auch auf andere Tiere auszudehnen. Er fraß junge Schweine, Ziegen, Lämmer, Katzen, Hunde, die einheimiſchen Nager (aus der Gattung Capromys), Geflügel, Wild aller Art, am Boden niſtende Vögel, Eier, Schlangen, Eidechſen, Fröſche, Schildkröteneier, Landkrabben, auch Früchte, wie Bananen, Ananas, Maiskolben, Yamswurzeln und allerhand Obſt. Kurz, die Mungos fingen an, unter den gezüchteten Nutztieren und -pflanzen ſowie unter der eingeborenen Tierwelt in einer furchtbaren Weiſe aufzuräumen.

Zwei Jahrzehnte nach der Einführung war der nützliche Mungo zu einer gefürchteten Landplage geworden. Der vorher ſehr häufige Nager Capromys brachyurus Tomes war faſt ausgerottet! nur in den Bergen hatte er ſich erhalten. Die Erdtaube (Columbina passerina L.) und die Bergtaube (Geotrygon montana L.) wurden ſelten, die Wachtel, welche man früher eingeführt hatte, verſchwand faſt vollkommen. Eine Sturmſchwalbenart (Aestrelata jamaicensis Bauer), welche auf den Bergen von Jamaika niſtete, erlag faſt vollkommen den Nachſtellungen der hungrigen Raubtiere. Fünf harmloſe Schlangenarten und 20 Eidechſenarten, die früher häufig geweſen waren, wurden ſelten. Auch die Seeſchildkröten (Chelone

Digitized by Google

mydas L.), welche an der Nordküste von Jamaika früher in Massen ihre Eier abgelegt hatten, wurden immer weniger angetroffen.

Dagegen waren mit den Mungos andere Tiere häufig geworden, welche früher nur selten vorkamen. Es waren dies vor allem Insekten, die dem Menschen oder den Nutzpflanzen schädlich wurden. Ihre Verfolger, die insektenfressenden Vögel und Reptilien waren ja von den Mungos dezimiert worden. Das gestörte Gleichgewicht in der Natur zeigte sich bald in auffälligster Weise. Eine Schildlaus, eine Zecke, andere Insekten wurden zu schlimmen Schädlingen. Auch auf anderen Gegenden Westindiens wurde berichtet, daß infolge der Dezimierung der insektenfressenden Vögel und Reptilien die größeren Insekten, wie Libellen, Schmetterlinge und Tausendfüßler sich vermehrt hätten; umgekehrt sollten kleinere Insektenarten, die Beute der Libellen und anderer größerer insektenfressender Insekten, abgenommen

Abb. 3. Der Mungo (Herpestes mungo Gm.). Nach T. S. Palmer.

haben. Es zeigte sich also eine starke Störung des Gleichgewichts in der Biocönose, und hie und da erweist sich diese Störung als dem Menschen schädlich oder lästig. Im Jahre 1890 stellte eine Kommission fest, daß der durch die Mungos direkt und indirekt bewirkte Schaden weit größer geworden war als der Nutzen, den sie durch Rattenvertilgung den Zucker- und Kaffeeplantagen leisteten. Man begann sie zu verfolgen, und jetzt ist allmählich das Gleichgewicht in die Biocönose wieder eingekehrt, allerdings in die gegenüber den früheren Zeiten stark veränderte Biocönose. Die beiden Rattenarten und der Mungo sind Bürger des Landes geblieben, aber ihre Zahl hat sich zu mittleren Verhältnissen ausgeglichen; von der früheren Fauna sind viele Formen weniger individuenreich, andere haben zugenommen; auch auf die Zusammensetzung der Pflanzenwelt zeigt sich ein gewisser Einfluß. Doch ist die Biocönose wieder im großen und ganzen zu stabilen Zuständen zurückgekehrt und wird so bleiben, bis wieder eine Störung die gesetzmäßigen Zusammenhänge erschüttert.

Digitized by Google

Ähnliche Erfahrungen wie in den Antillen hat man mit den Mungos auch in anderen Gegenden der Erde gemacht. So haben ſie auf den Hawaiſchen Inſeln eine ganze Anzahl Tierarten, vor allem manche der endemiſchen Vogelarten verdrängt. Ja, man ſah ſich dort ſogar genötigt, weiteren Import geſetzlich zu verbieten und Prämien auf den Abſchuß zu ſetzen.

Nicht bei allen Tieren und nicht in allen Gegenden gelingt die Einbürgerung in ſo vollkommener oder beſſer geſagt übervollkommener Art. Trotz der günſtigſten klimatiſchen und Ernährungsbedingungen faſſen eingeführte Tierarten in manchen Gegenden bei aller Förderung nicht feſten Fuß. Es gelingt ihnen dann nicht, ſich in die Biocönoſe der vorher vorhandenen Organismen einzudrängen.

Wie das Schickſal eines Organismus in einer Biocönoſe von dem des anderen abhängt, dafür ließen ſich noch viele draſtiſche Beiſpiele anführen. Man denke nur an folgende: Durch rückſichtsloſes Jagen hat man in Labrador das Karibu, das wilde Renntier, faſt ausgerottet; mit ihm verſchwanden zwei andere Arten lebender Weſen, die von ihm abhängig waren: die Wölfe und die Indianer. Die Rinderpeſt, in Oſtafrika durch die Hausmücke eingeſchleppt, raffte Unmengen von Antilopen dahin und vernichtete in vielen Gegenden den Beſtand an Büffeln. Löwen und andere Raubtiere verhungerten infolge des Mangels an Nahrung, und das ſtolze Volk der Maſai wurde durch die ausgiebige Störung der „Biocönoſe" ruiniert.

Darwin beobachtete auf einer Heide in Staffordſhire, daß an Stellen, an denen man Fichten anpflanzte, eine ganz neue Bodenflora mit vielen Arten, die ſonſt in der Heide nicht zur Entwicklung kamen, ſich ausbreitete und alſo gleichzeitig eine Anzahl von Inſekten und mehrere inſektenfreſſende Vogelarten ſich einſtellten, die vorher nicht da geweſen waren. Alſo es hatte ſich eine neue Biocönoſe gebildet, innerhalb deren die gegenſeitige Abhängigkeit der Arten offenſichtlich war. Ja, es läßt ſich in einzelnen Fällen noch eine weitere Verkettung nachweiſen: Darwin fand, daß auf manchen Heiden ſich die gleiche neue Biocönoſe einſtellt, wenn man nur ein Stück des Bodens einzäunt. Dann werden Wild und Vieh verhindert, die aus den windverſchleppten Samen aufgegangenen jungen Fichten wegzufreſſen; junger Wald wächſt von ſelbſt auf, und mit ihm ſtellt ſich allmählich die neue Biocönoſe ein. In Nordamerika beobachtet man immer wieder, daß nach einem Waldbrand neue Pflanzen und Tiere in einer von dem früheren Zuſtand ſtark abweichenden Kombination die Gegend beſiedeln.

Wir können alſo ſagen, daß wir die Eigentümlichkeiten eines Organismus niemals verſtehen werden, wenn wir ihn für ſich iſoliert, losgelöſt von ſeinen natürlichen Exiſtenzbedingungen betrachten. Die Erforſchung der Biocönoſen iſt daher von der größten theoretiſchen und praktiſchen Bedeutung. In vielen Fällen iſt die praktiſche Bedeutung ſchon erkannt worden; ſo bei zahlreichen Kalamitäten, welche durch tieriſche Schädlinge herbeigeführt waren. Durch Studium der Biocönoſen erkannte man, welche Organismen einem Schädling beſonders gefährlich waren, und ſuchte deren Gedeihen und Vermehrung in der Biocönoſe zu begünſtigen. So verfuhr man bei Kaninchen- und Feldmausplage, bei dem maſſenhaften Auftreten der Nonne, des Heu- und Sauerwurms und bei allen möglichen anderen Tieren. Aber man hat erſt begonnen, die biologiſche Bekämpfungsmethode der Schädlinge einzuführen. Ehe ſie für jeden Fall rationell ausgeſtaltet werden kann, müſſen noch ſehr eingehende Studien vorausgehen. Ganz neuerdings iſt auf ein ſehr intereſſantes Beiſpiel

Digitized by Google

hingewiesen worden. In Afrika spielen die Fliegen aus der Gattung Glossina, die Tsetsen, eine sehr verderbliche Rolle. Sie übertragen die Trypanosomen, die Erreger schwerer Krankheiten, wie der Schlafkrankheit, auf Menschen und Tiere. Die Tsetsen trifft man im allgemeinen an buschigen Flußufern und in lichten Waldungen an. Doch ist bisher für ihr Vorkommen keine klare Gesetzmäßigkeit erwiesen. Sie kommen strichweise vor; der Reisende findet sie manchmal in einem abgegrenzten Gürtel der Landschaft, und einige Meilen weiter vermißt er sie, obwohl dort alle klimatischen und sonstigen Eigenschaften des Landes dieselben zu sein scheinen wie in der Tsetsezone. Es ist sehr wahrscheinlich, daß nichts anderes als die Zusammensetzung der Biocönosen an den einzelnen Örtlichkeiten die eigentümliche Verbreitungsart der Tsetsen bedingt.

Auch für die nützlichen Tiere lassen sich höchst wichtige Tatsachen durch das Studium der Lebensgemeinschaften erforschen. Ihre Zahl kann durch die Bekämpfung ihrer Feinde und Förderung der günstigen Momente in der Biocönose sehr stark vermehrt werden. Wie vorsichtig man allerdings dabei zu Werke gehen muß, zeigen die oben angeführten Beispiele.

Das erste Buch dieses Werkes wird nun ganz der Darstellung des Zusammenhangs der Tierarten mit den übrigen Organismen gewidmet sein. Selbsterhaltung und Arterhaltung, Nahrungserwerb und Fortpflanzungstrieb sind die wesentlichen Faktoren im aktiven Leben der Tiere. Die Handlungen der Tiere, welche zur Erzielung der Ernährung und Fortpflanzung ausgeführt werden, haben notwendigerweise Kampf und Verteidigung im Gefolge. So ergibt sich von selbst eine Einteilung des Stoffes in Kapitel, in denen die Ernährungsbiologie, die Kampf- und Schutzanpassungen und die Fortpflanzungsgewohnheiten der Tiere behandelt werden sollen. Letzteren schließen sich natürlicherweise die Genossenschaftsbildungen im Tierreich an.

2. Kapitel.

A. Ernährungsbiologie.

1. Der Nahrungserwerb der Tiere.

Wir kennen keine Tiere, welche imstande sind, ihre organischen Körpersubstanzen aus anorganischer Materie zu bilden. Das können nur die Pflanzen, deren auffälligste Eigenschaft es ist, daß sie aus Kohlensäure, Wasser und anorganischen Salzen organische Verbindungen aufbauen, wobei die zur Synthese notwendige Energie vor allem vom Sonnenlicht geliefert wird. Es sind in erster Linie die grünen Pflanzen, welche jahraus jahrein die ungeheure Masse von eiweißhaltigen Körpern herstellen, welche das Nährmaterial für Milliarden von anderen Organismen bilden.

Auf dem festen Lande sind es fast ausschließlich die Gefäßpflanzen, welche in dieser Weise die Urnahrung für eine Unmenge von tierischen und pflanzlichen Organismen produzieren. Die Hauptmenge von ihnen bedeckt in einer ganz dünnen Schicht die Erdoberfläche. Wald, Busch- und Wiesenland überziehen wie eine Decke den Boden und begleiten das Relief der Erde bis hinab in die Tiefebenen und bis hinauf in die höchsten Gebirge. Nirgends aber entfernen die Pflanzen sich weit vom Erdboden. Wenige Bäume erheben ihre Kronen zu einer Höhe, die 100 m übersteigt, die große Hauptmasse besteht aus viel niedrigeren Pflanzen. So kann man denn sagen, daß es eine ganz dünne Schicht der die Erde umgebenden Atmosphäre ist, welche die Urnahrung für die luftbewohnenden Tiere

Digitized by Google

liefert. Auch in die Tiefe des Erdbodens dringt die Hauptmasse der lebenden Pflanzen nicht ein. Außer den Wurzeln von Bäumen finden wir wenige Meter unter der Erdoberfläche nur Bodenbakterien als letzte pflanzliche Organismen.

Die in den Pflanzen vorhandene Nahrungsquelle wird von den Tieren in der intensivsten Weise ausgenutzt. Viele Tiere fressen die ganzen Pflanzen, so vor allem Huftiere, Nagetiere, Schnecken und Heuschrecken, zahlreicher sind aber die Formen, welche nur einzelne Teile der Pflanzen zu ihrer Ernährung verwenden. Wie viele Tiere fressen Blätter oder Zweige, Knospen, Blüten oder Früchte, wie viele beschränken sich auf das Holz, auf die Rinde, auf das Mark oder die Wurzeln der Pflanzen! Sie alle zehren von dem Nahrungsschatz, den die Pflanzenwelt aufgespeichert hat, und dienen selbst wieder für eine unendliche Mannigfaltigkeit anderer Tierformen als Nahrung. Hätte nicht die pflanzenfressende Maus ihren Körper aus der Substanz aufgebaut, welche in den Körnern der Pflanzen enthalten war, so müßten die fleischfressenden Katzen und Eulen verhungern. Hätten die vielen Käfer und Käferlarven nicht in den Stämmen der Bäume ausreichende Nahrung gefunden, hätten die Raupen nicht die Blätter abgeweidet, hätten die Bienen und Schmetterlinge nicht die Blumen geplündert, so fänden die zahllosen insektenfressenden Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere keine Nahrung. Alles was da raubt, was blutsaugt, was parasitiert, ist in letzter Linie auf Tiere angewiesen, die sich von Pflanzen ernähren. Mag ein Raubtier sich auch selbst von Raubtieren ernähren, diese von Insektenfressern, die gefressenen Insekten wiederum Spinnen oder andere räuberische Gliedertiere fressen, irgendwo langen wir doch immer wieder in dieser Kette der Verknüpfungen bei der Pflanzenwelt an. Es kann gar kein Zweifel darüber herrschen, daß sie bei den landbewohnenden Tieren jedenfalls die Urnahrung darstellt.

Es ist eine der großen Fragen der Biologie, ob das gleiche auch für die marine Tierwelt gilt. Jeder Zoologe wird immer wieder aufs äußerste überrascht, wenn er die ungeheure Fülle von Tierformen, die Massen von Tierindividuen beobachtet, welche das Meer beherbergt. Die Mengen von Seeigeln, Seesternen, von Muscheln und Schnecken, von Seeanemonen, von Krebsen und Fischen, welche ein einziger Netzzug oft heraufbringt, sind so imponierend, daß man sich fragt, wo denn all die Nahrung herkommt, die notwendig ist, um die Leibesmasse all dieser Tiere aufzubauen. Beobachtet man die ungeheuren Scharen von Sardinen, Heringen, Dorschen, Tunfischen, welche eine Fischerflottille in einer Nacht erbeuten kann, mißt man die kolossalen Körper der Wale und der anderen großen Seesäugetiere, so muß man sich die Frage vorlegen, ob diese ungeheure Menge tierischer Substanz denn wirklich zu den geringen Mengen von Meerespflanzen, welche gewöhnlich zur Beobachtung kommen, in einem richtigen Verhältnis steht. Die Tange und Algen, die Seegräser und andere festgewachsenen Meerespflanzen erheben sich selten hoch über die Unterlage. Da nun meist der Grund des Meeres sich nur in der unmittelbaren Nachbarschaft des Landes sanft abdacht und jenseits der Sockel der Kontinente rapid zu den großen Tiefen der Ozeane abstürzt, so ist der Raum, welcher diesen lichtbedürftigen Pflanzen zur Verfügung steht, ein verhältnismäßig geringer. Der Boden in den größeren Meerestiefen befindet sich im Reich der ewigen Nacht. Die Tiefseeexpeditionen haben denn auch aus Tiefen, welche größer als etwa 400 m sind, keine festgewurzelten Meerespflanzen mehr heraufgebracht. Alle Organismen, welche größere Tiefen bewohnen, sind, abgesehen von den Bakterien, Formen mit tierischer Ernährungsweise. Vergleichen wir die ungeheuren Räume des Meeres in ihrer Gesamtheit mit den schmalen vegetationsbedeckten Zonen, welche die Festländer und Inseln begleiten, oder auch hie und da in Form von Bänken

Digitized by Google

gehen. Über die Ebene Gelände, Wiesen und Felder, bis wir den Rand des Steilufers erreichen. Hier ist es ganz still. Nur ab und zu ein Vogelruf und leises Rauschen der Blätter. Wir sind allein. Wir sind ganz für uns. Wir sind ganz bei uns.

Wir sind in Cranz. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein wollen. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein müssen. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein dürfen. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein können. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein sollen. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein werden. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein müssen. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein dürfen. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein können. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein sollen. Wir sind in Cranz, weil wir in Cranz sein werden.

Cranz, Strandpromenade

Cranz, Kurhaus

Cranz, Kurhaus, Terrasse

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle

Cranz, Kurhaus, Terrasse, Blick auf die Ostsee und Minkwitz, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste, Kurkapelle, Kurgäste

Fig. 2.1.1. Fig. 2.1.2. Fig. 2.1.3. Fig. 2.1.4.

Fig. 2.1.1. Mouse liver. Fixation in glutaraldehyde and osmium tetroxide. Epon embedding. Thin section. Uranyl acetate and lead staining. Transmission electron microscopy. Magnification 10,000×. Bar = 1 µm. Hepatocyte with nucleus (N), nucleolus (Nu), mitochondria (M), rough endoplasmic reticulum (RER), and Golgi apparatus (G). Bile canaliculus (BC) between two hepatocytes. Sinusoid (S) with endothelial cell (E) and Kupffer cell (K). Space of Disse (D) between hepatocyte and sinusoid. Bile duct (BD) with epithelial cell (EC).

Fig. 2.1.2. Mouse liver. Fixation in glutaraldehyde and osmium tetroxide. Epon embedding. Thin section. Uranyl acetate and lead staining. Transmission electron microscopy. Magnification 10,000×. Bar = 1 µm. Hepatocyte with nucleus (N), nucleolus (Nu), mitochondria (M), rough endoplasmic reticulum (RER), and Golgi apparatus (G). Bile canaliculus (BC) between two hepatocytes. Sinusoid (S) with endothelial cell (E) and Kupffer cell (K). Space of Disse (D) between hepatocyte and sinusoid. Bile duct (BD) with epithelial cell (EC).

Fig. 2.1.3. Mouse liver. Fixation in glutaraldehyde and osmium tetroxide. Epon embedding. Thin section. Uranyl acetate and lead staining. Transmission electron microscopy. Magnification 10,000×. Bar = 1 µm. Hepatocyte with nucleus (N), nucleolus (Nu), mitochondria (M), rough endoplasmic reticulum (RER), and Golgi apparatus (G). Bile canaliculus (BC) between two hepatocytes. Sinusoid (S) with endothelial cell (E) and Kupffer cell (K). Space of Disse (D) between hepatocyte and sinusoid. Bile duct (BD) with epithelial cell (EC).

Fig. 2.1.4. Mouse liver. Fixation in glutaraldehyde and osmium tetroxide. Epon embedding. Thin section. Uranyl acetate and lead staining. Transmission electron microscopy. Magnification 10,000×. Bar = 1 µm. Hepatocyte with nucleus (N), nucleolus (Nu), mitochondria (M), rough endoplasmic reticulum (RER), and Golgi apparatus (G). Bile canaliculus (BC) between two hepatocytes. Sinusoid (S) with endothelial cell (E) and Kupffer cell (K). Space of Disse (D) between hepatocyte and sinusoid. Bile duct (BD) with epithelial cell (EC).

Fig. 2.1.1. Fig. 2.1.2. Fig. 2.1.3. Fig. 2.1.4. Mouse liver. Fixation in glutaraldehyde and osmium tetroxide. Epon embedding. Thin section. Uranyl acetate and lead staining. Transmission electron microscopy. Magnification 10,000×. Bar = 1 µm. Hepatocyte with nucleus (N), nucleolus (Nu), mitochondria (M), rough endoplasmic reticulum (RER), and Golgi apparatus (G). Bile canaliculus (BC) between two hepatocytes. Sinusoid (S) with endothelial cell (E) and Kupffer cell (K). Space of Disse (D) between hepatocyte and sinusoid. Bile duct (BD) with epithelial cell (EC).

Copyright © 2007 by Humana Press, a part of Springer Science+Business Media, LLC

ihre Nahrung. Überall wo Plankton durch elementare Einwirkungen zum Absterben gebracht wird, sinken die Tier- und Pflanzenleichen in die Tiefen, und unten finden sich unendliche Massen von aufgesperrten Mäulern, welche den organischen Regen auffangen, der in sie hineinträufelt. So sehen wir also alle die Tiere des Meeres in irgendeiner Weise mit ihrer Urnahrung verknüpft. Ein geringerer Teil ist abhängig von den ufernahen, festgewachsenen Tangen und Algen, bei weitem der größte Teil ist aber auf das Phytoplankton angewiesen. Im Meere herrschen also genau dieselben gesetzmäßigen Verkettungen, wie wir sie auf dem festen Lande schon lange kennen.

Das ist wenigstens die in der Wissenschaft gegenwärtig herrschende Auffassung. Nun haben sich aber neuerdings Zweifel an dieser Auffassung erhoben. Die Behauptungen, welche diesen Zweifel begründen sollten, sind vielfach sehr lebhaft angegriffen und zum Teil als unrichtig nachgewiesen worden. Da aber die ganze Streitfrage sehr geeignet ist, einen tieferen Einblick in die Anschauungen über den Kreislauf des Stoffes in der organischen Welt zu gewähren, so wollen wir sie doch an dieser Stelle erörtern.

Der Zweifel, ob die von Pflanzen produzierte organische Substanz im Meere für die Masse der dort vorhandenen Tiere als Urnahrung ausreiche, ist von Pütter wieder neu belebt worden. Er hat darauf hingewiesen, daß die zur Erhaltung z. B. eines Schwammes notwendige organische Substanz unmöglich in geformtem Zustand in der Wassermenge enthalten sein könne, welche ein Schwamm durch seinen Körper hindurchfiltriert. Da nach seiner Ansicht bei der Mehrzahl der angeblich planktonisch sich ernährenden Tiere in dem Mageninhalt sich eine allzugeringe Menge von organischen Resten vorfindet, um den berechneten Verbrauch des Tiers zu decken, so hat er eine ganz neue Theorie über die Ernährung der Wassertiere entwickelt. Er weist ganz mit Recht darauf hin, daß in dem Meerwasser eine ganze Anzahl von Stoffen vorhanden sind, welche das Tier bei seiner Ernährung verwenden kann und welche es, wie durch Versuche bewiesen ist, zu seiner Entwicklung auch tatsächlich verwendet. Pütter geht aber in seiner Annahme noch über diese bewiesenen Tatsachen hinaus. Er nimmt an, daß das Meerwasser den Tieren nicht nur anorganische Nährsalze liefert, sondern daß es auch organische Substanzen in gelöster Form enthält, insbesondere Kohlenstoffverbindungen, welche den Analysen bisher entgangen seien. Durch neue von ihm angestellte Analysen will er den Beweis erbringen, daß die im gewöhnlichen Meerwasser enthaltene Menge von Kohlenstoffverbindungen etwa 30mal so groß ist, als bisher angenommen wurde. Während nach den bisherigen Analysen die vorhandene Menge also nicht genügt haben würde, um das Kohlenstoffbedürfnis im Stoffwechsel der Tiere zu decken, würde nach seinen Angaben die vorhandene Quantität bei weitem genügen. So nimmt er denn an, daß das Meer gleichsam eine ungeheure Menge einer Nährlösung darstellt, in welcher die Meerestiere wie Parasiten leben. Die Hauptmenge der für ihr Leben und Wachsen notwendigen Stoffe würde ihnen in flüssiger Form durch ihr Lebensmedium dargeboten. Und wie die insektenfressenden Pflanzen nur als Zusatz zu ihrer sonstigen Nahrung Fleisch fressen, so seien die Meerestiere nur nebenher auf den Fang von anderen Meerestieren und Meerespflanzen angewiesen.

Gegen diese Pütterschе Theorie spricht eine Reihe von gewichtigen Bedenken. Zunächst ist es unverständlich, warum die Meerestiere so komplizierte Fangeinrichtungen, so wohlausgebildete Mägen und Därme besitzen sollten, wenn der Fang und die Verdauung anderer Organismen nicht für sie von vitaler Bedeutung wäre. Ferner ist für viele Formen nachgewiesen, daß sie tatsächlich in großer Menge andere Organismen einfangen und vertilgen, wie wir des öfteren unten zu erörtern haben werden. Und schließlich ist ein sehr gewichtiger

Digitized by Google

Einwand von seiten der Chemie gegen die Pütterschen Ideen erhoben worden. Seine Analysen sind nämlich als ungenau und falsch nachgewiesen worden. Und damit ist seiner Theorie die wichtigste Grundlage entzogen. Man muß allerdings zugeben, daß, abgesehen von entwicklungsphysiologischen Untersuchungen, bisher der direkten Entnahme von Stoffen aus dem Meerwasser durch die Tiere von der Wissenschaft eine zu geringe Beachtung geschenkt worden ist. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Wassertiere eine ganze Menge von den ihren Körper aufbauenden Substanzen anorganischer Natur dem umgebenden Meerwasser verdanken, so wie ja auch die Landtiere mit dem Trinkwasser viele wichtige Substanzen aufnehmen. Auch wird wohl kein vernünftiger Mensch bestreiten wollen, daß die Tiere die Fähigkeit haben, aus Lösungen, die reich an organischen Substanzen sind, gelegentlich Nutzen zu ziehen. Es ist oft erprobt worden, daß auch Vögel und Säugetiere, von denen es ja sichergestellt ist, daß sie in der Hauptsache von geformter Nahrung leben, unter experimentellen Bedingungen mit Nährlösungen erhalten werden können. Aber in dem Punkt, der uns hier vor allem interessiert, können wir die Pütterschе Theorie jedenfalls vorläufig vernachlässigen. Die organischen Substanzen verdanken die Tiere, so weit bis jetzt beweisende Untersuchungen vorliegen, auch im Meere ausschließlich der Pflanzenwelt. Ja, selbst Pütter sieht sich zu der Annahme genötigt, daß die von ihm angegebenen gelösten organischen Bestandteile des Meerwassers Produkte der Lebenstätigkeit von Algen seien, d. h. daß sie aus dem Körper von solchen Meerespflanzen, in denen sie erzeugt worden sind, durch Diffusion in das Meerwasser gelangt seien. Also wir müssen stets auf die grünen Pflanzen als die Urnahrung der Tiere zurückgehen. Während aber, wie wir sahen, auf dem Lande die Gefäßpflanzen das Hauptkontingent zu diesem Zwecke stellen, sind es im Meere fast ausschließlich niedere Kryptogamen und vor allem ganz kleine einzellige Pflänzchen. Das hat wichtige biologische Unterschiede zur Folge, welche vielfach auf die gesamte Organisation der Tiere einen tiefgehenden Einfluß haben.

Im Meer wie auf dem Lande sehen wir nun die Tiere alle möglichen Nahrungsquellen in der intensivsten Weise ausnützen. Wir sehen, daß die einzelnen Tierarten zur Erreichung dieses Zweckes eine sehr mannigfaltige Ausbildung ihrer Anpassungen und Fähigkeiten aufweisen. Dabei fällt uns vor allen Dingen eine Tatsache auf. Während eine nicht geringe Anzahl von Tieren mit *vielseitigen Fähigkeiten* ausgestattet sind und sehr verschiedenartige Gelegenheiten zur Erhaltung und Förderung ihres Lebens auszunützen vermögen, stehen ihnen andere gegenüber, welche man direkt als *Spezialisten* bezeichnen kann. Es sind das Formen, welche auf ganz bestimmte engumgrenzte Lebensbedingungen angewiesen sind, die geringste Abweichung ist für solche Tiere verderblich. So sind manche Formen in ihrer Ernährung vollkommen von einer einzigen Pflanze, ja nicht selten sogar nur von einem bestimmten Teil einer Pflanze abhängig. Gerade derartige Formen müssen uns in den nachfolgenden Abschnitten ganz besonders beschäftigen, da bei ihnen der ganze Habitus und die Organisation oft eine sehr beträchtliche Abweichung vom Typus aufweisen, welche bedingt ist durch die Anpassung zur Erreichung des so einseitig ausgebildeten Lebenszieles.

Ein weiterer Punkt wird bei den Vergleichungen zwischen den einzelnen Tierformen und ihren Anpassungen zum Zwecke des Nahrungserwerbs eine wichtige Rolle spielen. Wir werden sehen, daß die für ein Tier notwendige Nahrungsmenge im allgemeinen durch die Größe seines Körpers bedingt ist, aber von dieser Regel finden sich sehr zahlreiche Abweichungen. Gleich große Tiere können sehr verschiedene Nahrungsmengen verbrauchen je nach der Lebhaftigkeit der Lebensprozesse. Die Nahrungsmenge, welche ein lebhaft bewegliches Tier, z. B. ein Vogel verbraucht, ist ungeheuer viel größer als diejenige, welche ein

Digitized by Google

feſtgewachſenes Tier, z. B. ein Schwamm, notwendig hat. Auch iſt das Nahrungsbedürfnis vielfach durch die Lebhaftigkeit der jeweils vorherrſchenden Lebensprozeſſe in den verſchiedenen Lebensabſchnitten eines Tieres ein verſchieden großes. So werden wir ſehen, daß manche Tiere in dem einen Abſchnitt ihres Lebens ein ganz anderes Futter beanſpruchen als in dem anderen Abſchnitt. Viele Formen ſpeichern während gewiſſer Zeiten aus dem Nahrungsquantum, welches ſie zu ſich nehmen, zurückgelegte Reſerveſubſtanzen in ihrem Körper auf, um ſie zu anderen Zeiten zu verbrauchen. Alle dieſe Vorgänge haben intereſſante Verſchiedenheiten in der Organiſation der Tiere zur Folge, welche uns in den nachfolgenden Abſchnitten wiederholt beſchäftigen werden.

2. Pflanzenfreſſende Tiere.

In faſt allen Gruppen des Tierreichs finden ſich pflanzenfreſſende Arten. Überblicken wir die großen Stämme des Tierreichs, ſo müſſen wir feſtſtellen, daß in ihnen pflanzenfreſſende Tiere und ſolche, welche ihre organiſchen Subſtanzen in indirekter Weiſe beziehen, ziemlich gleichmäßig verteilt ſind. Ja, vielfach kann man ſogar feſtſtellen, daß ſelbſt in kleineren Gruppen die verſchiedenen Ernährungsmöglichkeiten realiſiert ſind. Man kann alſo im großen und ganzen keine Übereinſtimmung zwiſchen der Ernährungsweiſe der Tiere und dem zoologiſchen Syſtem feſtſtellen. Nur hie und da finden wir Gruppen, in denen die Geſamtheit oder die überwiegende Mehrzahl der Arten die gleiche Ernährungsweiſe beſitzen. Manchmal ſind ſogar kleinere Gruppen ausgeſprochen univor, d. h. ſich von einem einzigen Nahrungsmittel ernährend.

Wie ungeheuer groß muß das Quantum von Pflanzenſubſtanz ſein, welches täglich im Waſſer und auf dem Lande von den Tieren verzehrt wird! Die Kraft der Vegetation vermag dieſem Vertilgungskrieg der Tierwelt gegen die Pflanzenwelt die Wage zu halten. Das iſt in der Regel in einem ſo weitgehenden Maße der Fall, daß wir den Verluſt, den die Pflanzenwelt erlitten hat, gar nicht oder kaum bemerken. Nur in manchen Fällen iſt die Wirkung ſo intenſiv, daß ſie ſich der Beobachtung nicht entziehen kann.

In den nordiſchen Meeren kann man z. B. vielfach zu den Zeiten, in denen ſich die ungeheuren Maſſen von Larven von Echinodermen, Würmern, Mollusken und Fiſchen entwickeln, eine deutliche Abnahme des pflanzlichen Planktons bemerken. Da alle dieſe Larven ſich vorwiegend von Phytoplankton ernähren, ſo haben engliſche Forſcher jene Abnahme in direkten Zuſammenhang mit ihrer Freßtätigkeit gebracht. Viel auffälliger und klarer ſind einige derartige Erſcheinungen, welche auf dem feſten Lande nicht ſelten beobachtet werden können. Wenn in den Steppengegenden in Afrika irgendwo die Wanderheuſchrecken einfallen, dann iſt in kurzer Zeit jeder Halm und jedes Blatt verſchwunden. Die Wanderheuſchrecken kommen ja in ungeheuren Scharen, es wird angegeben, daß ſie wie Wolken die Sonne verfinſtern; es müſſen alſo viele Millionen von Individuen ſein, welche einen ſolchen Schwarm bilden. Eine Wanderheuſchrecke iſt ein ſtattliches Tier von 8—10 cm Länge, und ſie frißt unabläſſig. Wenn irgendwo ein Schwarm dieſer gefräßigen Tiere eingefallen iſt, dann verläßt er die Gegend erſt wieder, wenn die ganzen nicht allzuſehr verholzten Pflanzen und Pflanzenteile weggefreſſen ſind. Wo die Tiere gehauſt haben, da iſt der Boden mit ihrem Kot bedeckt, eine vorher lachende grüne Landſchaft iſt in eine wüſte Einöde verwandelt. Und ebenſo ausgiebige Wirkungen verſchulden die Larven der Wanderheuſchrecken.

Wir brauchen aber nicht in ſüdliche Gegenden zu wandern, um ſolche verwüſtenden Einflüſſe von Tieren auf die Pflanzenwelt zu beobachten. Beſonders auffallend ſind die

Digitized by Google

Schädigungen, welche Schmetterlingsraupen von massenhaft vorkommenden Arten an den von uns angebauten Nutzpflanzen anrichten. In unseren heimischen Wäldern haben in den letzten Jahrzehnten wiederholt die Raupen der Nonne (Liparis monacha L.) schreckliche Verwüstungen angerichtet. Schöne grüne Forsten wurden in wenigen Wochen so umgewandelt, daß sie wie Ansammlungen von Besenreisern aussahen (vgl. Abb. 5 u. 6). Die vielen Millionen von Raupen hatten sämtliche Nadeln von den Bäumen abgeweidet, alles was grün war, war verschwunden; näherte man sich einer Waldparzelle, in welcher die Raupen gerade bei der Tätigkeit waren, so hörte man von ferne schon den Kot der Tiere wie einen beständigen Regen herniederrieseln. Die schädliche Wirkung von Raupen auf die Pflanzenwelt ist vor allem deswegen so ausgiebig, weil diese Tiere in sehr unvollkommener Weise ihre Nahrung ausnützen. Sie fressen also viel mehr, als sie brauchen, und ein großer Teil ihres Kots besteht aus unverdauter Pflanzensubstanz.

Besonders junge Pflanzen und frisch gesproßte Pflanzenteile sind der Vertilgung durch Tiere ausgesetzt. So macht z. B. Darwin die interessante Angabe, daß auf einem gut gedüngten Stück Boden von 3 Fuß Länge und 2 Fuß Breite sich 357 Keimpflanzen von Unkräutern entwickelten; von ihnen wurden in kurzer Zeit 295 durch Schnecken und Insekten vernichtet.

Die genannten Fälle zeigen uns auf einen engen Raum zusammengedrängt die Wirkung der Tierwelt auf die Pflanzenwelt. Täglich geschieht dasselbe, was wir da beobachten konnten, in einem noch viel größeren Maßstab, nur ist die verwüstende Tätigkeit in der Regel über weite Flächen gleichmäßig verteilt. Der Pflanzenwelt bleibt dadurch immer Zeit, den von den vereinzelten Tieren jeweils angerichteten Schaden wieder auszugleichen. Es ist gar kein Zweifel, daß die Pflanzenwelt einen ganz anderen Charakter haben würde, daß die einzelnen Pflanzen anders aussehen würden, daß das Mengenverhältnis der die Flora eines Gebietes zusammensetzenden Pflanzen ein ganz anderes sein würde, wenn nicht die unablässige Einwirkung der Tierwelt stattfände. Das können wir sehr schön aus der rapiden Verbreitung entnehmen, welche manche Pflanzenarten erfahren haben, wenn sie in ein Land verpflanzt wurden, in welchem ihre natürlichen Feinde aus dem Tierreich fehlten. Das ist z. B. der Fall gewesen bei der Artischockendistel und zwei anderen Distelarten, die, aus Europa eingeführt, sich in La Plata enorm ausgebreitet haben, wie wir oben, S. 17, schon schilderten. In Britisch-Indien sind Pflanzen, welche erst innerhalb der letzten Jahrhunderte aus Amerika dorthin gebracht worden sind, jetzt von der Südspitze bis zum Himalaya verbreitet. Ähnliches gilt für Hinterindien und China; ja in manchen Gegenden Asiens ist das Dominieren eingeschleppter Pflanzen sogar sehr auffallend: Ich selbst konnte dies bei einem Besuch der Umgebung von Macao beobachten und habe den Eindruck, den diese Erfahrung auf mich machte, in meiner „Ostasienfahrt" mit folgenden Worten wiedergegeben: „Eine Anpflanzung ist mit Kaktus eingefaßt, am Wege stehen große Aloëstauden, die Rasen der Anlagen sind von der Sinnpflanze (Mimosa pudica L.) überwuchert. Der Chinese, der an mir vorüberfährt, raucht Tabak, der in China gepflanzt ist und fährt in seinem Schubkarren Kartoffeln, die in China gebaut sind. Diese fünf Pflanzen sind nur eine kleine Auswahl aus der Liste von nützlichen und unnützen Gaben, welche Amerika dem Osten gespendet hat." Ganz ähnlich haben sich ja die amerikanische Opuntie und Agave in den Mittelmeerländern weit verbreitet, und bei uns in Mitteleuropa sind die Wasserpflanzen Elodea canadensis Rich. u. Mich. und Azolla caroliniana ebenfalls aus Amerika in den letzten Jahrzehnten eingeschleppt worden und haben eine geradezu lästige Verbreitung gewonnen. In Java sind weite Gebiete, die ursprünglich von dem Alanggras bewachsen waren, jetzt mit

Digitized by Google

Arten (die Kiefern, die Birken, die Erlen) bis auf 1/10 des Stammdurchmessers, ja noch weiter, verjüngt, so daß sie nicht mehr als Stämme, sondern als Äste erscheinen.

Fig. 19. Stammfuß einer Eiche mit Brettwurzeln. Nach einer Photographie.

Bei Eiche, Linde und Ulme (Fig. 19) finden sich breite Wurzelfüße, die scheinbar aus dem Stamme hervorgehen und sich in Form von Brettern an ihn anlegen. Diese Bretterwurzeln sind bei der Eiche bis 2 Meter hoch, bei der Linde bis 3 Meter hoch und bei der Ulme bis 4 Meter hoch. Diese gewaltigen Bretterwände sind in Wirklichkeit nicht Teile des Stammes,

ſo enorm vermehren können, daß ſie den Lauf der Flüſſe anſtaute, und ſie wurde erſt dann in ihrer Entwicklung gehemmt, als man ihr aus Europa importierte Konkurrenten beigab. Nach Travers koſtete es vor Jahren ſchon 6000 Mark jährlich, um den Fluß Avon bei Chriſtchurch von ihr frei zu halten.

Wollen wir uns ein Bild davon machen, in welchem Maße die Pflanzenwelt von der Tierwelt als Nahrungsquelle ausgenützt wird, ſo gehen wir am beſten von der Betrachtung von Beiſpielen aus, welche uns die Vielſeitigkeit dieſer Ausnutzung vor Augen führen. Und zwar werden wir mehr allgemeine Reſultate erhalten, wenn wir dabei von den Pflanzenbeſtandteilen ausgehen, welche den Tieren als Nahrung dienen, als wenn wir die einzelnen Tiergruppen der Reihe nach vornehmen würden. Es wird ſich nämlich zeigen, daß die gleiche Ernährung vielfach Tieren aus ganz verſchiedenen Gruppen übereinſtimmende Eigenſchaften aufprägt.

Die niederen Pflanzen, grüne und anders gefärbte Algen, dienen naturgemäß vor allem Waſſertieren als Nahrung. Wir haben oben ſchon erörtert, welchen Anteil an der Geſamternährung der Waſſertiere man den planktoniſchen Diatomeen, Oscillarien und den ganz kleinen ſchwebenden Pflänzchen zuſchreibt. Es gibt aber nicht viele Tiere, welche ſich ausſchließlich von dieſen kleinen Planktonpflanzen ernähren. Wohl kommt es zuzeiten vor, daß das Waſſer ſo ſehr von Diatomeen, Peridineen und Oscillarien erfüllt iſt, daß faſt alle Planktontiere, welche man unterſucht, von den Leibern dieſer Pflänzchen vollgepfropft ſind; aber dieſelben Tierarten können zu anderer Zeit ebenſo ausſchließlich von Tieren ſich ernähren. Die meiſten von ihnen werden wir daher ſpäter mit den eigentlichen Planktonfreſſern zu erörtern haben, welche als omnivore Tiere zu bezeichnen ſind, da für ſie die Herkunft ihrer Beute aus dem Tier- oder dem Pflanzenreich keine weſentliche Rolle ſpielt.

Von den Protozoen wollen wir zunächſt nur erwähnen, daß viele von ihnen zeitweiſe große Mengen gefreſſener Algen und anderer mikroſkopiſcher Pflanzen enthalten. In pelagiſchen Rhizopoden und Flagellaten finden ſich oft Diatomeenſchalen in dichten Klumpen, welche von lebend aufgenommenen Individuen herrühren, aus denen die organiſche Subſtanz herausverdaut iſt. Man kann dies beobachten bei Radiolarien, Foraminiferen und Peridineen. Es iſt jedem Protozoenforſcher wohl bekannt, daß gewiſſe Amöben, Foraminiferen und Flagellaten am beſten gezüchtet werden können, nachdem man ſich als Nährboden für ſie einen Raſen von Diatomeen, Oscillarien, Chlorophyceen uſw. herangezüchtet hat. Ich will einige Beiſpiele anführen: Trichosphaerium Sieboldi Schneider frißt nach Schaudinn Maſſen von Diatomeen, Cyanophyceen, Algenfäden, daneben allerdings auch Tierkörper. Die eigenartigen Vampyrellen leben ausſchließlich von Diatomeen oder Algen; manche Formen ſcheinen ſogar die Tendenz zu haben nur eine beſtimmte Algenart als Nahrung aufzuſuchen, wie die Vampyrella spirogyrae Cienk. Die Noctiluken ſieht man manchmal ganz mit Cyanophyceen angefüllt. Auch für ſchalentragende Süßwaſſerrhizopoden iſt die Ernährung von mikroſkopiſchen Pflanzen oft beobachtet. Relativ ſelten ſind pflanzenfreſſende Infuſorien; ein charakteriſtiſches Beiſpiel iſt die auffallende Nassula aurea Ehrbg., welche ihre prachtvolle violette Farbe der Verfärbung der von ihr gefreſſenen Cyanophyceen verdankt. Auch die Chlamydodonten unter den Infuſorien freſſen faſt ausſchließlich Diatomeen und Oscillarien, Loxodes frißt nur kleine einzellige Pflanzen. Außer den genannten Formen, welche ausſchließlich oder doch zum großen Teil mikroſkopiſche Pflänzchen als Nahrung verwenden, gibt es zahlreiche Protozoen, welche neben andrer Nahrung ſolche Pflänzchen in größerer oder geringerer Menge aufnehmen. Dasſelbe gilt für die Mehrzahl der kleinen vielzelligen

Digitized by Google

THE SOME MEN FOREST, SOMERSET AS IT WAS IN THE 1960s AND 1970s. SEE P. 23 FOR A DESCRIPTION OF THE FOREST AND ITS HISTORY. THE PHOTOGRAPH WAS TAKEN BY ALAN HUNT, A FORESTRY WORKER WHO LIVED AT THE FOREST. IT WAS PUBLISHED IN THE BOOK *SOMERSET FOREST* BY ALAN HUNT AND ROGER HUNT.

Fig. 1. The Somerset Forest, Somerset. Photo by Alan Hunt.

Forestry in the Somerset Forest. By Alan Hunt. The Somerset Forest, Somerset, became a forest only in 1814. In Norman times, its land was a royal hunting ground. Then, in the 1600s, it was owned by the Duke of Somerset. In 1814, the Duke's son sold the land to the Forestry Commission. The Commission planted trees on the land. Most of the trees were conifers. Most were Douglas fir and Sitka spruce. Some of Douglas fir were harvested in the

Planktondiatomeen statt. Kurz nach ihrer großen Häufigkeit vermehren sich die diatomeenfressenden Copepoden sehr stark, dann erscheint die copepodenfressende Fischbrut. Da nun die Vermehrung der Diatomeen zum großen Teil von der Sonnenscheindauer abhängig, so haben z. B. Dahn und Allen nachweisen können, daß in verschiedenen Jahren die gefangenen Mengen gewisser Ruderfüße, z. B. der Makrelen in einem direkten Verhältnis zur Sonnenscheindauer im vorausgegangenen Vierteljahr stehen. Und das ist bedingt durch die Ernährungsbeziehungen von Sonnenschein zu Diatomeen und Peridineen, von diesen zu Copepoden, von diesen zu Jungheringen und von diesen schließlich zu den Makrelen.

Fig. 7. Aufenthaltsbuhler (Argus lateralis) auf einer Saugpalme (Arenga Listeri) fletternd. Auf einem Tier Larven aufsitzend, links unten abgebildet.
Nach Photographien von Andrews aufgenommen auf Christmas Island.

Irrtümlicherweise hat man annehmen wollen, daß die Planktonkrebse grüne Algen wohl verschlucken, sie aber nicht verdauen, da man in ihren Därmen den Chlorophyllfarbstoff sich vielfach nicht verfärben sieht. Mit demselben Rechte könnte man bezweifeln, daß die Raupen sich nicht von Pflanzen nähren, da ein großer Teil von deren Darminhalt unverdaut mit unverfärbtem Chlorophyll wieder abgeht.

Um die Daphniden zu züchten, welche gegenwärtig so viel zu Vererbungsexperimenten in Laboratorien gehalten werden, verwendet man Reinkulturen von grünen Algen (Chlorellen usw.), welche sehr gern genommen werden und als Nahrung vollkommen ausreichen. Sogar relativ große Krebstiere wie die Süßwasserkrebse (Süßwasserkrebse) können sich vorwiegend oder ausschließlich von kleinen planktonischen Pflanzchen ernähren. Geldern fand in ihrem Darm nur Diatomeen und Algen.

Die größeren Planktonfresser sind fast alle auf gemischte Nahrung angewiesen, und von benjenigen Tieren, welche am Boden die Rasen von Diatomeen und Algen abweiden, sind viele nicht ausschließliche Pflanzenfresser, sondern nehmen gelegentlich kleine Tiere, Teile von Tierleichen und allerhand Detritus auf.

Bemerkenswert ist, daß es unter den Höhlentieren kaum einen Pflanzenfresser gibt. Werden wir und den Würmern, Stachelhäutern und höheren vielzelligen Tieren unter den Wasserbewohnern zu, so finden wie mehr Beispiele von Pflanzenfressern, zum Teil

Digitized by Google

ſolche mit beſonderen Neigungen. Einzelne Würmer, Schnecken, Krebſe, vor allem Aſſeln, Hohlkrebſe und Garneelen leben von Tangen und Algen. Viele kleine Anneliden, ja ſelbſt manche der freilebenden Fadenwürmer (Nematoden) leben von Diatomeen und einzelligen Algen. Bei dem Iſopoden Idothea tricuspidata Desm. fand Möbius in der Oſtſee den Magen ſtets mit Pflanzenreſten gefüllt, doch frißt das Tier auch Kruſtazeen und Mollusken. Von Gammarus locusta (L.) und Orchestia litorea Mont. iſt bekannt, daß ſie jedenfalls größere Stücke von Ulven, Seegras, Florideen uſw. neben tieriſcher Nahrung aufnehmen.

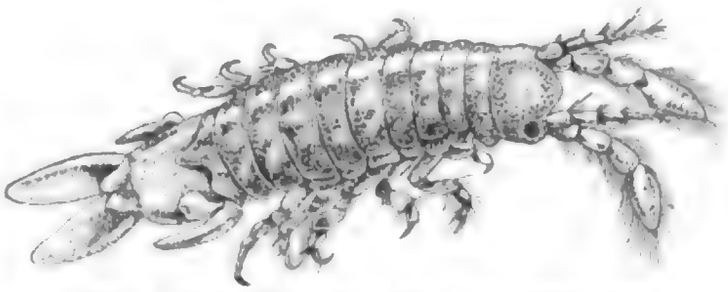


Abb. 8. Chelura terebrans Phil. Nat. Größe 3 mm. (Nach Della Valle, aus Steuer.)

Unter den höheren Krebſen gibt es wenig Pflanzenfreſſer, obwohl nicht wenige Garneelen gelegentlich Algen freſſen, ſo z. B. Hippolyte varians Leach. Vor allem aufs Land gehende Arten ſind offenbar mehr und mehr zur Pflanzennahrung übergegangen. So frißt die Winkerkrabbe (Uca pugilator Bosc.) Algen, wobei ſie allerdings feuchten Sand mit verſchluckt. Paratelphusa convexa (d. M.) beißt nach Zehntner auf Java die jungen Schößlinge des Zuckerrohres ab. Manche Formen ſind ausgeſprochene Fruchtfreſſer; das gilt z. B. für einige Coenobita-Arten, Einſiedlerkrebſe, welche ihr ſchweres Schneckenhaus oft auf großen Ausflügen ins Land hinein mit ſich herumſchleppen. Sie freſſen vor allem die Pandanusfrüchte und erſteigen ſogar Bäume, um zu dieſen zu gelangen. Der bekannteſte Fruchtfreſſer unter den Krebſen iſt Birgus latro (L.), der Kokosnußräuber der Südſeeinſeln, der auch Pandanusfrüchte, Früchte der Sagopalmen und ſogar Kokosnüſſe vertilgt. Auch er klettert auf Bäume, wie die nebenſtehende Abbildung 7 nach einer Naturphotographie von Andrews zeigt. Der große Krebs, welcher mit ausgeſtreckten Beinen 30—40 cm Länge erreicht, ſchält mit Hilfe ſeiner kräftigen Scheren die Nuß, indem er die faſerige Hülle abzieht; dann hämmert er ſie an dem ſtumpfen Ende, an dem ſich die „drei Augen" befinden, auf und verzehrt das Innere.

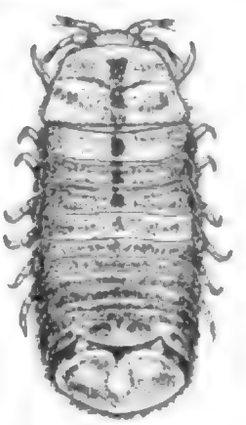


Abb. 9. Limnoria terebrans Leach. Nat. Größe 3 mm. Nach Steuer, Biologiſches Skizzenbuch.

Von beſonderem Intereſſe iſt die Lebensweiſe gewiſſer Krebſe aus den Gruppen der Iſopoden und Amphipoden, welche in Holz bohren und durch ihre Tätigkeit dem Menſchen nicht ſelten ſchädlich oder läſtig werden. Es ſind das Arten der Gattungen Limnoria, Sphaeroma und unter den Amphipoden die ganze Familie der Cheluriden. Vor allem ſind Limnoria terebrans Leach (Abb. 8) und Chelura terebrans Phil. (Abb. 9 u. 11) Schädlinge, deren Wirkung oft recht beträchtlich werden kann. Sie durchlöchern mit ihren kreuz und quer verlaufenden Bohrgängen Hafenpfähle, Stämme, die im Waſſer liegen, ja ſelbſt Schiffswandungen, ſo daß das ſtehenbleibende Holz nur mehr ein Gittergerüſt darſtellt und dem Anprall der Wogen keinen Widerſtand mehr leiſtet. Durch Darmunterſuchung iſt nachgewieſen, daß das Holzmehl tatſächlich gefreſſen wird und in dichten Maſſen das Darmlumen erfüllt. Die Nagearbeit wird mit den Mandibeln geleiſtet; die Gänge ſind zylindriſch, ziemlich gerade verlaufend, die Wände glatt. Nahe Verwandte dieſer Holzfreſſer leben in friſchen Teilen von Meerespflanzen, ſo Limnoria segnis Ch., welche in den Wurzelabſchnitten der Rieſentange (Macrocystis) bohrt.

Digitized by Google

Abb. 1: Kopf der Ur-Venus von Willendorf, Kalkstein, 11 cm hoch, gefunden 1908 in Willendorf in der Wachau (Niederösterreich), Naturhistorisches Museum Wien

Abb. 2: Venus von Willendorf, Vorder- und Rückansicht

Abb. 3: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 4: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 5: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 6: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 7: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 8: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 9: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 10: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 11: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 12: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 13: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 14: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 15: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 16: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 17: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 18: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 19: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 20: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 21: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 22: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 23: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 24: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 25: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 26: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 27: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 28: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 29: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 30: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 31: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 32: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 33: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 34: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 35: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 36: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 37: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 38: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 39: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 40: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 41: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 42: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 43: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 44: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 45: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 46: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 47: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 48: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 49: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 50: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 51: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 52: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 53: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 54: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 55: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 56: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 57: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 58: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 59: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 60: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 61: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 62: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 63: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 64: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 65: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 66: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 67: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 68: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 69: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 70: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 71: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 72: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 73: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 74: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 75: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 76: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 77: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 78: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 79: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 80: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 81: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 82: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 83: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 84: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 85: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 86: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 87: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 88: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 89: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 90: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 91: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 92: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 93: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 94: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 95: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 96: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 97: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 98: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 99: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 100: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 101: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 102: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 103: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 104: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 105: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 106: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 107: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 108: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 109: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 110: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 111: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 112: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 113: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 114: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 115: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 116: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 117: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 118: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 119: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 120: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 121: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 122: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 123: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 124: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 125: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 126: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 127: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 128: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 129: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 130: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 131: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 132: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 133: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 134: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 135: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 136: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 137: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 138: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 139: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 140: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 141: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 142: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 143: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 144: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 145: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 146: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 147: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 148: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 149: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 150: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 151: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 152: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 153: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 154: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 155: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 156: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 157: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 158: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 159: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 160: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 161: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 162: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 163: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 164: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 165: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 166: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 167: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 168: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 169: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 170: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 171: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 172: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 173: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 174: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 175: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 176: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 177: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 178: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 179: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 180: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 181: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 182: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 183: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 184: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 185: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 186: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 187: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 188: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 189: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 190: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 191: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 192: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 193: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 194: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 195: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 196: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 197: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 198: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 199: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 200: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 201: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 202: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 203: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 204: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 205: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 206: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 207: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 208: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 209: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 210: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 211: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 212: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 213: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 214: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 215: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 216: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 217: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 218: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 219: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 220: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 221: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 222: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 223: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 224: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 225: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 226: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 227: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 228: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 229: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 230: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 231: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 232: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 233: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 234: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 235: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 236: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 237: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 238: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 239: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 240: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 241: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 242: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 243: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 244: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 245: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 246: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 247: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 248: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 249: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 250: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 251: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 252: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 253: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 254: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 255: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 256: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 257: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 258: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 259: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 260: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 261: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 262: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 263: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 264: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 265: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 266: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 267: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 268: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 269: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 270: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 271: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 272: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 273: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 274: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 275: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 276: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 277: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 278: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 279: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 280: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 281: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 282: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 283: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 284: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 285: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 286: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 287: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 288: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 289: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 290: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 291: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 292: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 293: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 294: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 295: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 296: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 297: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 298: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 299: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 300: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 301: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 302: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 303: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 304: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 305: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 306: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 307: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 308: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 309: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 310: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 311: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 312: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 313: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 314: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 315: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 316: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 317: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 318: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 319: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 320: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 321: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 322: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 323: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 324: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 325: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 326: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 327: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 328: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 329: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 330: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 331: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 332: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 333: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 334: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 335: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 336: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 337: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 338: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 339: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 340: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 341: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 342: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 343: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 344: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 345: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 346: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 347: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 348: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 349: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 350: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 351: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 352: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 353: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 354: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 355: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 356: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 357: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 358: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 359: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 360: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 361: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 362: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 363: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 364: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 365: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 366: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 367: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 368: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 369: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 370: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 371: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 372: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 373: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 374: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 375: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 376: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 377: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 378: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 379: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 380: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 381: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 382: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 383: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 384: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 385: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 386: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 387: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 388: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 389: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 390: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 391: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 392: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 393: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 394: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 395: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 396: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 397: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 398: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 399: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 400: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 401: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 402: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 403: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 404: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 405: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 406: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 407: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 408: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 409: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 410: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 411: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 412: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 413: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 414: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 415: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 416: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 417: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 418: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 419: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 420: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 421: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 422: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 423: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 424: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 425: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 426: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 427: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 428: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 429: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 430: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 431: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 432: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 433: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 434: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 435: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 436: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 437: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 438: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 439: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 440: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 441: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 442: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 443: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 444: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 445: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 446: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 447: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 448: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 449: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 450: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 451: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 452: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 453: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 454: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 455: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 456: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 457: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 458: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 459: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 460: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 461: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 462: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 463: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 464: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 465: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 466: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 467: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 468: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 469: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 470: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 471: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 472: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 473: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 474: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 475: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 476: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 477: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 478: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 479: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 480: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 481: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 482: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 483: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 484: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 485: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 486: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 487: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 488: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 489: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 490: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 491: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 492: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 493: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 494: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 495: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 496: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 497: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 498: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 499: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 500: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 501: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 502: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 503: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 504: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 505: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 506: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 507: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 508: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 509: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 510: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 511: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 512: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 513: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 514: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 515: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 516: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 517: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 518: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 519: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 520: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 521: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 522: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 523: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 524: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 525: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 526: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 527: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 528: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 529: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 530: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 531: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 532: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 533: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 534: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 535: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 536: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 537: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 538: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 539: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 540: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 541: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 542: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 543: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 544: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 545: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 546: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 547: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 548: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 549: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 550: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 551: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 552: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 553: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 554: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 555: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 556: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 557: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 558: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 559: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 560: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 561: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 562: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 563: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 564: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 565: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 566: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 567: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 568: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 569: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 570: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 571: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 572: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 573: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 574: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 575: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 576: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 577: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 578: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 579: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 580: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 581: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 582: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 583: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 584: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 585: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 586: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 587: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 588: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 589: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 590: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 591: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 592: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 593: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 594: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 595: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 596: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 597: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 598: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 599: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 600: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 601: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 602: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 603: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 604: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 605: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 606: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 607: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 608: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 609: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 610: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 611: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 612: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 613: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 614: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 615: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 616: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 617: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 618: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 619: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 620: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 621: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 622: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 623: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 624: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 625: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 626: Venus von Willendorf, Rückansicht

Abb. 627: Venus von Willendorf, Vorderansicht

Abb. 628: Venus von Willendorf, Seitenansicht

Abb. 629: Venus von Willendorf, Ansicht von oben

Abb. 630: Venus von Willendorf, Ansicht von unten

Abb. 631: Venus von Willendorf

verschmähten. Von Littorinen, welche in der Kieler Bucht sich von Tang ernähren, wird angegeben, daß sie an andern Orten omnivor sind. Patellaarten sollen auch im Innern der starken Thallen von Laminaria digitata Lej. Höhlräume ausfressen.

Unter den Fischen gibt es wenig Formen, welche von reiner Pflanzennahrung leben; viele Formen vergehren gelegentlich neben den tierischen Stoffen Pflanzenteile. Bei den wenigsten Stoffen ist aber erwiesen, daß sie diese auch ausnützen. So ist es z. B. bekannt, daß der auftralische Lungenfisch (Ceratodus forsteri Krefft.) beim Aufsuchen der kleinen Mollusken, von denen er hauptsächlich lebt, große Mengen von Wasserpflanzen verschluckt, die aber unverdaut wieder abgehen (Semon). Die Rasseber und das Notauge nehmen

Abb. 15. Wallen der Meerechse (Amblyrhynchus cristatus Gray) bei Galapagos-Inseln. (Nach einer Photographie nach dem Leben.)

ziemlich reichlich und regelmäßig Pflanzenkost zu sich; bei den Sardinen wurde an der französischen Küste der Darm nicht selten ganz mit Planktonalgen gefüllt befunden.

Unter den Meerestischen sind die Scariden Pflanzenvertilger; eine Scarus-Art lebt von Lebertangen; von tropischen Arten der Gattung wird berichtet, daß sie den Algenmantel abweiden, der den Kalk der Korallenriffe überzieht. Der auffallend lange Darm von Box boops Bp. ist nach Rudolphi mit Tang und Seegras angefüllt. Auch die anderen Arten der Gattung Box fressen Seepflanzen.

Von marinen Reptilien leben einige Schildkröten von Tang; so wird das angegeben von der großen Seeschildkröte Chelone mydas Latr. Ganz besonders interessant ist der Nahrungserwerb bei der großen Echse Amblyrhynchus, welche auf den Galapagosinseln in großen Scharen lebt (Abb. 12). Darwin hat die ersten Angaben über die Biologie dieses Tieres gemacht. Amblyrhynchus lebt in der Strandregion und stürzt sich ins Meer um tauchend nach Tangen zu suchen, von denen er sich nährt. Es ist dies gewiß für eine Echse

Digitized by Google

Ein Gegenstück dazu ist das Relief Nr. 1 (Abb. 1) mit der Darstellung des Abschieds von Hektor, Andromache und ihrem Kind (Inv.-Nr. 1). Hektor, der Sohn des Priamos und der Hekabe, Gemahl der Andromache und Vater des Astyanax, ist der Held der Ilias, der Schilderung des zehnjährigen Trojanischen Krieges. Nach der Ermordung seines Bruders Paris durch Menelaos, den Gemahl der Helena, wird Hektor von Achilleus getötet und seine Leiche geschändet. Nach dem Abzug der Griechen wird Troja zerstört. Hektor ist der Inbegriff des tapferen Kämpfers, der sich für sein Vaterland opfert. Sein Abschied von Andromache und dem Kind ist ein Motiv, das in der Antike häufig dargestellt wurde. Es ist auf Sarkophagen, Grabstelen, Gefäßen und Gemmen überliefert. Das Relief ist in Stein gehauen, Kopf und Hals des Pferdes sind ergänzt. Hektor, Andromache und das Kind sind in Gips ergänzt. Hektor, Sohn des Priamos und der Hekabe, Gemahl der Andromache und Vater des Astyanax, ist der Held der Ilias, der Schilderung des zehnjährigen Trojanischen Krieges. Nach der Ermordung seines Bruders Paris durch Menelaos, den Gemahl der Helena, wird Hektor von Achilleus getötet und seine Leiche geschändet. Nach dem Abzug der Griechen wird Troja zerstört. Hektor ist der Inbegriff des tapferen Kämpfers, der sich für sein Vaterland opfert. Sein Abschied von Andromache und dem Kind ist ein Motiv, das in der Antike häufig dargestellt wurde. Es ist auf Sarkophagen, Grabstelen, Gefäßen und Gemmen überliefert. Das Relief ist in Stein gehauen, Kopf und Hals des Pferdes sind ergänzt. Hektor, Andromache und das Kind sind in Gips ergänzt.

Abb. 1 Hektor verabschiedet sich von Andromache und dem Kind, Inv.-Nr. 1

ist. Regen und Schnee, Sonnenschein und Frost, Staub und Schmutz, Luft und Wasser, Wärme und Kälte haben hier ihre Einwirkungen. Gewöhnlich bildet sich eine Epidermis, welche die Cutis vor diesen Einflüssen schützt. Wo aber diese Einflüsse zu stark sind, wo sie zu lange einwirken, da wird auch die Epidermis nicht mehr ausreichen, und es entsteht eine Verdickung der Epidermis, eine Schwielenbildung, wie sie an den Händen der Arbeiter, an den Füssen der Reisenden, an den Füssen der Tänzer, an den Füssen der Barfüssigen, an den Füssen der Soldaten, an den Füssen der Bettler, an den Füssen der Kinder, an den Füssen der Greise, an den Füssen der Kranken, an den Füssen der Gesunden, an den Füssen der Reichen, an den Füssen der Armen, an den Füssen der Menschen, an den Füssen der Thiere, an den Füssen der Pflanzen, an den Füssen der Steine, an den Füssen der Metalle, an den Füssen der Elemente, an den Füssen der Gestirne, an den Füssen der Himmel, an den Füssen der Erde, an den Füssen der Luft, an den Füssen des Wassers, an den Füssen des Feuers, an den Füssen der Finsterniss, an den Füssen des Lichtes, an den Füssen der Nacht, an den Füssen des Tages, an den Füssen der Ewigkeit, an den Füssen der Zeit, an den Füssen des Raumes, an den Füssen der Bewegung, an den Füssen der Ruhe, an den Füssen der Kraft, an den Füssen der Schwäche, an den Füssen der Gesundheit, an den Füssen der Krankheit, an den Füssen des Todes, an den Füssen des Lebens, an den Füssen der Seele, an den Füssen des Geistes, an den Füssen Gottes.

Fig. 19. Schwielenbildung an der Hand.

Die Schwielenbildung ist eine Hypertrophie der Epidermis. Sie kommt an allen Stellen vor, wo die Epidermis einer starken Reibung ausgesetzt ist, z. B. an den Händen der Arbeiter, an den Füssen der Reisenden, an den Füssen der Tänzer, an den Füssen der Barfüssigen, an den Füssen der Soldaten, an den Füssen der Bettler, an den Füssen der Kinder, an den Füssen der Greise, an den Füssen der Kranken, an den Füssen der Gesunden, an den Füssen der Reichen, an den Füssen der Armen, an den Füssen der Menschen, an den Füssen der Thiere, an den Füssen der Pflanzen, an den Füssen der Steine, an den Füssen der Metalle, an den Füssen der Elemente, an den Füssen der Gestirne, an den Füssen der Himmel, an den Füssen der Erde, an den Füssen der Luft, an den Füssen des Wassers, an den Füssen des Feuers, an den Füssen der Finsterniss, an den Füssen des Lichtes, an den Füssen der Nacht, an den Füssen des Tages, an den Füssen der Ewigkeit, an den Füssen der Zeit, an den Füssen des Raumes, an den Füssen der Bewegung, an den Füssen der Ruhe, an den Füssen der Kraft, an den Füssen der Schwäche, an den Füssen der Gesundheit, an den Füssen der Krankheit, an den Füssen des Todes, an den Füssen des Lebens, an den Füssen der Seele, an den Füssen des Geistes, an den Füssen Gottes.

Fig. 19. Schwielenbildung an der Hand.

dula hinterläßt; dazu fressen sie abgestorbene und absterbende Blätter. Wie Stahl aber beobachtet hat, machen sich die gefräßigen Tiere, wenn der Algenüberzug erschöpft ist und wenn welke Blätter fehlen „auch an die lebenden Teile der Wasserpflanzen heran, die aber nur ganz allmählich, oft erst nach Tagen zerstört werden". Gertenauer hat beobachtet, daß Limnaea-Arten die Wasserlinsen (Lemna minor L.) in großen Quantitäten vertilgen.

Da die Landschnecken vielfach Orte mit feuchter Atmosphäre bewohnen, so kommen sie auch in die Lage, sich in ähnlicher Weise wie die Süßwasserformen von Algen zu ernähren. Eine Menge von Arten, bei uns sowohl wie in den feuchten Gebieten der Tropen, weiden den Algenüberzug ab, der als grüne Schicht Steine, Baumrinden usw. an feuchten Orten überzieht. So sieht man besonders nach Regen, in Laubholzwäldern eine Menge von Schneckenarten der Gattungen Helix, Buliminus und Clausilia, auch nicht selten unsere Gartenschnecke, Helix hortensis Müller, an glatten Rinden von Buchen, Eschen, Ahorn usw. emporkriechen; sie wollen dann nicht etwa in die Krone des Baumes gelangen, um Blätter zu fressen. Sehen wir genauer zu, so bemerken wir, daß die Rinde der Bäume von einem zarten grünen Überzug bedeckt ist, der von der Grünalge Pleurococcus vulgaris Menegh. gebildet wird. Daß diese die Schnecke angezogen hat, davon überzeugt uns ein Blick auf die von der Schnecke durchwanderte Strecke. Die Spur ist nämlich durch eine Zickzacklinie bezeichnet, welche die Schnecke in den Algenbelag hineingefressen hat; während sie emporstieg, bewegte sie immer ihren Kopf abwechselnd von links nach rechts und umgekehrt und raspelte mit ihrer Zunge die Algen ab.

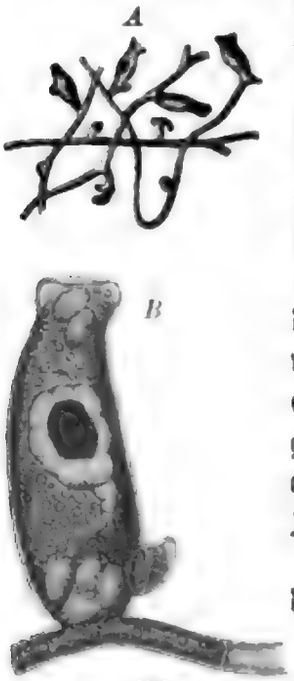


Abb. 15.
Gallen des Rädertiers Notommata werneckii Ehrb. an Vaucheria terrestris. Vergr. 10 mal. *A* Fäden der Alge mit mehreren Gallen, *B* Einzelne Gallen mit einem Rädertier und mehreren Eiern desselben im Innern. Vergr. 100 mal. Nach Balbiani.

Unter den Fischen im Süßwasser ist neben den S. 35 genannten Arten die Nase (Chondrostoma nasus L.) ein Liebhaber der Algen, welche Steine und andre Gegenstände inkrustieren; die Blicke (Blicca björkna L.), die Brachsen (Abramis brama L., A. vimba L.) leben hauptsächlich von Wasserpflanzen, unter denen das Brachsenkraut (Isoëtes lacustris L.) eine besondere Rolle spielen soll.

Unter den luftbewohnenden Tieren werden wir die zahlreichsten Beispiele von ausschließlichen Pflanzenfressern und die interessantesten Fälle von Spezialisierung in der Pflanzennahrung kennen lernen. Wir wollen dabei zunächst nur diejenigen Formen ins Auge fassen, welche sich von grünen Pflanzen ernähren.

Da ist zunächst hervorzuheben, daß auffallend wenig Tiere die landbewohnenden Kryptogamen fressen. Die Moose, Lebermoose und Farne haben relativ wenig Liebhaber. Sie werden zwar von polyphagen Tieren mit anderen Pflanzen aufgefressen, aber es gibt nicht allzuviel Tiere, welche sich wie z. B. manche Schnecken, ausschließlich von ihnen ernähren. Wie selten findet man z. B. auf Farnen und Moosen Raupen oder andere Insekten oder Schnecken. Nur eine relativ geringe Zahl von „Spezialisten" ist an die grünen Kryptogamen des Landes als Nahrungsquelle angepaßt. Immerhin gibt es eine ganze Anzahl von Tieren, welche speziell Flechten als Nahrung bevorzugen oder gar auf sie angewiesen sind. Ich erinnere nur an die Raupen der Flechtenspinner (Lithosiden, z. B. Lithosia complana L. und Setina irrorella Cl.), ferner gewisser Eulen (Bryophila perla F., B. receptricula Hb.) und Spanner, welche Flechten fressen, ohne allerdings ganz exklusive Spezialisten zu sein. Unter den Arthropoden gibt es ferner bei den Milben und den

Digitized by Google

Springſchwänzen (Poduriden) einige Formen, die nur auf Flechten gefunden werden. Ebenſo ſind die flechtenfreſſenden Schnecken hier zu nennen ſowie die nordiſchen Huftiere: Ren und Moſchusochſe, denen die Flechten einen großen Teil der Nahrung darbieten.

Die Pilze ſind etwas begehrter. Schnecken, wie vor allem Limax maximus L. freſſen Hutpilze, ſelbſt die giftigen Arten der Basidiomyceten (vgl. hierzu unten S. 47); in ſolchen kommen die Larven von Dipteren und Motten vor; ferner gibt es unter den Landplanarien Formen, die Pilze freſſen. Vor allem an faulenden Pilzen finden ſich Käfer aus der Gruppe der Staphyliniden und Totengräber (Necrophorus). Beſondere Formen ſind an das Leben in den unterirdiſch lebenden Trüffeln angepaßt; von Käfern findet ſich in den Knollen ein kleiner roter Käfer Liodes cinnamomea Panz.; ein ſchwarzer Miſtkäfer Bolboceras gallicum Muls. kommt in der mit den Trüffeln verwandten Hydnocystis arenaria Tul. vor. Ferner kommen in den Trüffeln die Larven verſchiedener Fliegenarten vor. Fabre hat ſehr reizvoll geſchildert, wie dieſe Tiere alle mit Hilfe ihres Geruchsſinnes den unter der Erde verborgenen Pilz zu finden wiſſen. — In dieſem Zuſammenhang iſt auch hervorzuheben, daß viele Schnecken gewiſſe Pflanzen erſt dann angreifen, wenn dieſe von Pilzen infiziert ſind; ſo Succinea putris L. die Blätter von Petasites und Huflattich, oder die mehltaubefallene Schafgarbe.

Wir wollen an dieſer Stelle nicht von den Formen ſprechen, die Pilze gelegentlich mit fauligen Subſtanzen mitfreſſen. Auch die Inſekten, welche Pilze zu ihrer Nahrung geradezu züchten, ſind erſt ſpäter (S. 66 ff.) beſprochen.

Die Hauptmenge pflanzlicher Nahrung auf dem feſten Lande wird alſo von den höheren Gefäßpflanzen geliefert. Überblicken wir nun das Heer von Tieren, welches ſich auf ihre Koſten ernährt, ſo fällt es uns auf, daß nur wenige Tiere, wie wir früher ſchon (S. 26) erwähnten, die ganze Pflanze mit all ihren Teilen wahllos freſſen, ſondern daß vielmehr jede Tierform jeweils nur einzelne Teile des Pflanzenorganismus zur Nahrung benutzt. Ferner müſſen wir beachten, daß manche Tiere viele verſchiedene Pflanzen auf ihrem Speiſezettel vereinigen, während andere nur eine beſchränkte Anzahl von Arten oder gar nur eine einzige Pflanze benutzen, ſo daß ihre Exiſtenz von deren Vorhandenſein abhängig iſt.

Am meiſten werden die weichen, an Protoplasma und Stärke reichen Beſtandteile von Pflanzen den Tieren eine erwünſchte Nahrung bieten. So finden wir denn auch ſehr zahlreiche Tierformen, welche ſich von den grünen Pflanzenteilen ernähren, alſo von den krautartigen Pflanzen und den Blättern der Sträucher und Bäume. Mit ähnlichen Mitteln können die nicht oder ſchwach verholzten Teile der mono- und dikotylen Kräuter und die jungen Triebe und Blätter der größeren Gewächſe von den Pflanzenfreſſern bewältigt werden. So finden wir denn auch ähnliche Tierformen als Freſſer auf dieſen Pflanzen und Pflanzenteilen. Und zwar haben wir da zwei Gruppen zu unterſcheiden: kleine Tiere und große Tiere. Beide gehen mit ganz verſchiedenen Mitteln der Pflanzennahrung zu Leibe. Unter den kleinen Tieren kommen nur Inſekten und Mollusken in Betracht. Von den Spinnentieren nähren ſich nur Weberknechte (Phalangiden) gelegentlich von pflanzlichen Stoffen. Eine Unmenge von Arten von Heuſchrecken und Heuſchreckenlarven, Käfern und Käferlarven, Schmetterlingslarven (alſo Raupen), Hymenopterenlarven und von Schnecken ſind in allen Gegenden der Erde mit der Vertilgung grüner Pflanzenteile beſchäftigt. Bei den niederen Inſekten ſind am Abweiden der grünen Pflanzenteile Larven und entwickelte Tiere in gleichem Maße beteiligt; das gilt auch für viele pflanzenfreſſende Käfer. Bei Schmetterlingen, Fliegen und Hymenopteren ſind es nur die Larven, welche in dieſer Weiſe der Pflanzenwelt zuſetzen, während die Imagines in oft erheblich abweichender Weiſe ſich ernähren. In den Tropen kommen auch Ameiſen als Pflanzenſchädlinge in Betracht, aber

Digitized by Google

wir werden nachher ſehen, daß die Zerſtörungen, welche Ameiſen an Baumblättern vornehmen, eine ganz eigenartige Bedeutung haben.

Wir haben oben ſchon die pflanzenfreſſenden Heuſchrecken erwähnt und hervorgehoben, daß ſie meiſt alle Teile der befallenen Pflanzen freſſen; doch gibt es manche Arten, die wähleriſcher ſind. Von unſeren häufigen Arten iſt die große grüne Heuſchrecke (Locusta viridissima L.) ein Wieſenbewohner, ebenſo der Warzenbeißer (Decticus verrucivorus L.), ſie freſſen zwar vorwiegend andere Inſekten, daneben aber ſaftige Kräuter. Die buntflügelige Schnarrheuſchrecke ((Psophus stridulus L.) begnügt ſich mit ziemlich harten Pflanzen. Die echten Laubheuſchrecken freſſen das ſaftige Laub von Bäumen, Sträuchern und Kräutern: ſo nährt ſich Ephippigera vitium Latr. vom Laub des Weinſtocks, Acridium aegypticum L. zieht im Buſchwald des Mittelmeergebiets die Blätter der Eichen vor. Viele der ſüdlichen Locuſtiden leben auf Bäumen und während manche von ihnen nur ganz zarte Blätter annehmen, bevorzugen andere die lederfeſten Blätter immergrüner Bäume. Die Blatt- und Stabheuſchrecken ſind ebenfalls Pflanzenfreſſer; ſo findet man das blattnachahmende Phyllium in Ceylon beſonders häufig an den Blättern des dort eingeführten Goyavebaums bzw. -ſtrauchs. Die Bacillus nehmen zum Teil mit härterer Koſt vorlieb; ſo findet man in Südeuropa Bacillus Rossii L. häufig auf den harten Büſchen von Sarothamnus Scoparius (L.), dem Beſenginſter, vor allem jedoch auf Cistus monspeliensis, auf wilden Roſen und Brombeeren. Nach den Unterſuchungen von Stahl, auf die wir ſpäter ausführlicher zurückkommen, ſind viele Heuſchrecken imſtande, Pflanzen zu bewältigen, welche durch mechaniſche Schutzmittel vor Feinden mit zarteren Mundwerkzeugen geſichert ſind. Dagegen ſind ſie empfindlich gegen die chemiſchen Schutzmittel der Pflanzen, die eine gute Verteidigungswaffe gegen ſie darſtellen. Die experimentellen Grundlagen für dieſe Angaben wurden an Arten der Heuſchreckengattung Stenobothrus gewonnen.

Welche Bedeutung pflanzenfreſſende Käfer für die Pflanzenwelt haben können, davon hat ſich jeder von uns ſchon eine Vorſtellung bilden können, wenn er eine Kaſtanie oder Eiche erblickte, welche in einem Maikäferjahr von hunderttauſend Maikäfern überfallen und kahlgefreſſen wurde. Ich ſetze ein paar Sätze von Taſchenberg hierher, welche vorzüglich den Eindruck wiedergeben, den ein ſolcher Maikäferfraß macht. Er ſpricht von dem Kampf, den man gegen die Maikäfer führt, um die Obſtbäume, die Bäume und Sträucher der Gärten und Parke vor ihrer maßloſen Freßgier zu ſchützen, und fährt etwa folgendermaßen fort: „Der mit alten Eichbäumen beſtandene Waldrand oder eine Waldblöße, wo Eichen ſtehen, ſind wiederholt der Ausgangspunkt der Maikäferplage geweſen. Es iſt ein trauriger Anblick, die knorrigen Äſte und Zweige der alten Rieſen laublos in den blauen Himmel ſtarren zu ſehen, in einer Zeit, wo ringsum die ganze Natur im jungen Grün erſtanden. Es iſt aber auch ein ekelerregender Eindruck, welchen das Treiben dieſer Überfülle von Käfern hervorruft, zumal wenn bereits an einem ſonnigen Nachmittage unter ihnen dasſelbe rege Leben herrſcht, wie ſonſt, wenn ihrer nur wenige ſind, nur zur Abendzeit. Klumpenweiſe ſitzen ſie krabbelnd und ſich balgend auf- und übereinander; denn es handelt ſich darum, das letzte Grün an dieſer Stelle noch für den hungrigen Magen zu erobern .... Dazwiſchen hört man die ſchwarzen Kotklümpchen gleich einem Rieſelregen herabfallen, und ſoweit der Schirm des Baumes reicht, bedecken dieſe den Boden und verbreiten weithin einen übeln Geruch. Sind die Bäume kahl, ſo geht es an das Eichengebüſch und weiter an die Ahorne, Haſeln und was ſonſt noch vorhanden; denn in ſolchen Zeiten werden auch ſolche Laubhölzer in Angriff genommen, die ſonſt von einzelnen Käfern verſchont bleiben."

Digitized by Google

Ähnliche Verheerungen in unserer einheimischen Pflanzenwelt richten von Blatthorn-Käfern der Gartenlaubkäfer (Phylloperta horticola L.), in geringerem Maße der Junikäfer (Rhizotrogus solstitialis L.) an. Käfer, welche vorwiegend an kräutigen Pflanzen fressen, sind z. B. der Koloradokäfer (Leptinotarsa decemlineata Say.), jener Kartoffelschädling, der in Amerika so ungeheuren Schaden anrichtet und in Europa auch schon einigemal eingeschleppt wurde. Welchen Schaden überhaupt die Verwandten des letztgenannten Käfers, die Chrysomeliden, der Pflanzenwelt zufügen, das zeigt einem z. B. im Alpenvorland jeder Spaziergang zur Frühsommerzeit. In den Flußauen sind die Weiden von Lina populi u. a. Chrysomelen, und zwar oft gleichzeitig von Larven, Puppen und Käfern bedeckt. An den Berghängen sieht man die Lattich- und Pestwurzarten mit großen Löchern in den Blättern; auf ihnen sitzen regungslos die Larven, die mit ihrem schwarzen Körper und weißen Kopffleck genau so aussehen wie ein Tröpfchen Vogelmist. Die Käfer dagegen schimmern in den schönsten Glanzfarben wie Tautropfen oder Edelsteine im Sonnenschein (Chrysomela cacaliae Schrank und verwandte Arten). In unsern Gärten, vor allem in Gemüsegärtnereien verursachen einige kleine Käfer ausgiebigen Schaden, welche wegen ihrer Springfähigkeit als Erdflöhe bezeichnet werden. Es sind das die Arten der Gattung Haltica, welche wie überhaupt die Chrysomeliden schon als Larven an den Blättern und Stengeln der von ihnen befallenen Pflanzen fressen.

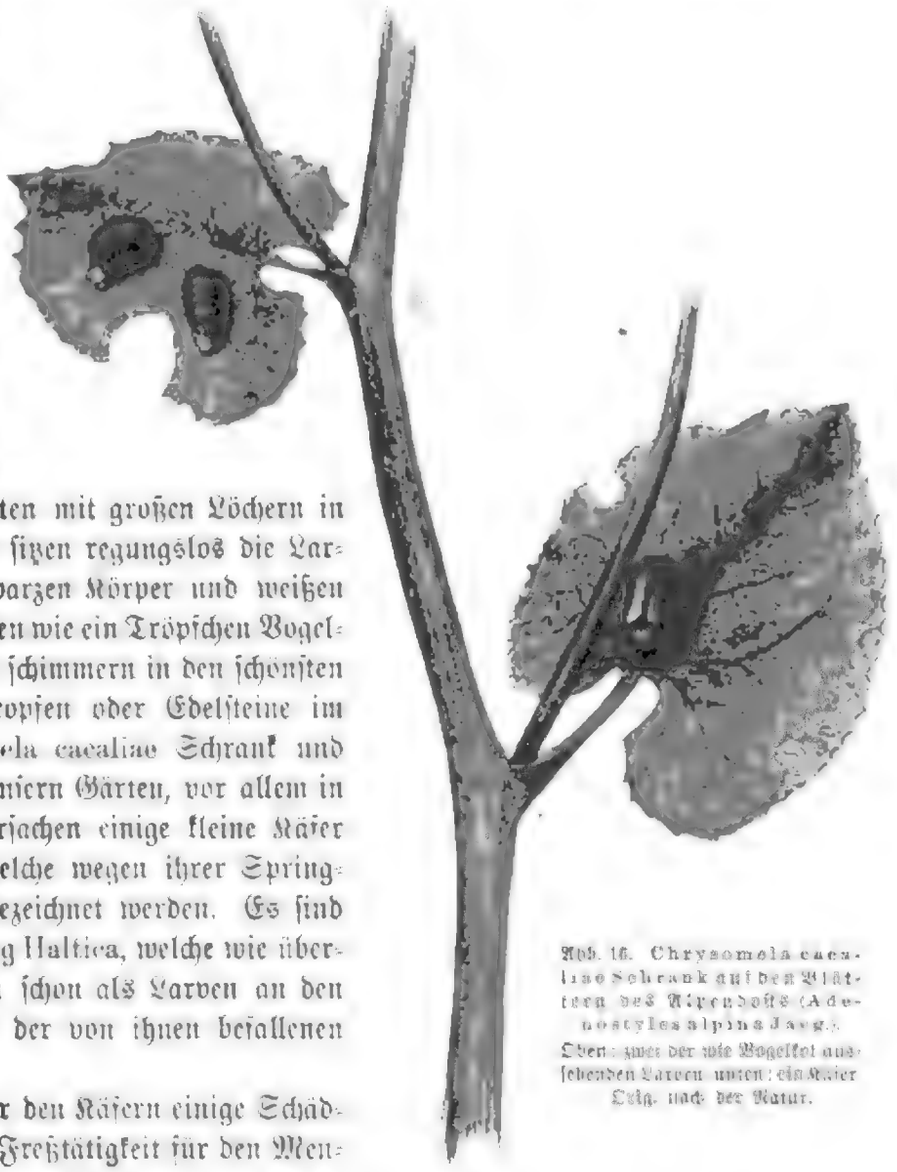


Abb. 16. Chrysomela cacaliae Schrank auf den Blättern des Alpendosts (Adenostyles alpina Jacq.). Oben: zwei der wie Vogelkot aussehenden Larven, unten: ein Käfer. Orig. nach der Natur.

Wir haben da unter den Käfern einige Schädlinge genannt, da deren Freßtätigkeit für den Menschen sich besonders aufdringlich bemerkbar macht. Wie groß ist daneben aber die Zahl der Käfer, welche in geringeren Zahlen vorkommend, auf allen möglichen Pflanzen des Waldes und Feldes ihr Futter finden!

Noch mehr muß ich in der Wahl der Beispiele Beschränkung üben, wenn ich von den blattfressenden Schmetterlingsraupen berichten will. Bei den Schmetterlingen gibt es keine Arten, deren erwachsene Individuen Blätter oder andere grüne Pflanzenteile fressen. Dafür üben aber ihre Larven eine um so ergiebigere Freßtätigkeit aus. Wir müssen uns — um uns das ins Gedächtnis zurückzurufen — nur an ein von Fuchsraupen abgeweidetes Brennesselgebüsch, an einen von Heckenweißlingraupen kahlgefressenen Weißdorn oder einen von den Raupen des gewöhnlichen Weißlings oder der Kohleule (Mamestra brassicae L.)

Digitized by Google

eigentlichen Blattlappen hervorragen, so daß sie wie Ohren aussehen. Sie sind auch an der Spitze abgerundet, nicht wie sonst Blätter in Regel in Form zugespitzt. Die Blattstiele sind kurz, nur 1 bis 2 cm lang, und dicht mit Sternhaaren besetzt. Die Blattoberfläche ist dunkelgrün, glänzend, die Unterseite hellgrün, matt, mit Sternhaaren besetzt. Die Blattränder sind ungleich gezähnt, die Zähne sind spitz, nicht abgerundet. Die Blattnerven sind stark ausgeprägt, die Seitennerven laufen in die Spitzen der Zähne. Diese Blätter, namentlich die Unterseite, sind stark behaart. Die Blattstiele sind kurz, nur 1 bis 2 cm lang, und dicht mit Sternhaaren besetzt.

Fig. 1. Eichenblatt, Quercus pedunculata, Ehrh. Natürliche Größe.

Die Blattoberfläche ist dunkelgrün, glänzend, die Unterseite hellgrün, matt, mit Sternhaaren besetzt. Die Blattränder sind ungleich gezähnt, die Zähne sind spitz, nicht abgerundet. Die Blattnerven sind stark ausgeprägt, die Seitennerven laufen in die Spitzen der Zähne. Diese Blätter, namentlich die Unterseite, sind stark behaart. Die Blattstiele sind kurz, nur 1 bis 2 cm lang, und dicht mit Sternhaaren besetzt.

Ash Bramble Bracken Bur Reed Cow Parsley Cuckoo Flower Dock Elder Flag Flower de Luce Hawthorn Hemlock Hogweed Iris Meadow Sweet Nettle Ragwort Reed Rose Rush Sedge Sorrel Thistle Water Lily Willow Herb Yarrow

Dock

Dock is a perennial weed. The tap root is long and thick. The leaves are large and broad. The flowers are small and green. They appear in June and July on the Meadow. The flowers are followed by three sided seeds. Dock is a very common weed. It is found in meadows, waste places, and by the roadside. Dock is a very difficult weed to kill. The best way to kill it is to dig it out with a fork. Dock is a very poisonous weed. Cattle will not eat it. Dock is a very common weed in pastures. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in meadows. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in waste places. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed by the roadside. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in hedgerows. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in gardens. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in fields. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in orchards. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in woods. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in parks. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in churchyards. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in cemeteries. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in allotments. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in vegetable gardens. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in flower gardens. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in rockeries. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in greenhouses. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in conservatories. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in orangeries. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in palm houses. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in ferneries. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in aquariums. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in vivariums. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in terrariums. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in paludariums. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in bog gardens. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in water gardens. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in rock gardens. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in alpine houses. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in cold frames. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in hot beds. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in propagating houses. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in potting sheds. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in tool sheds. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in garden sheds. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in summer houses. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in arbours. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in pergolas. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in trellises. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in fences. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in walls. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in hedges. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in ditches. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in banks. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in slopes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in terraces. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in steps. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in paths. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in roads. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in streets. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in squares. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in crescents. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in terraces. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in avenues. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in boulevards. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in drives. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in lanes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in alleys. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in courts. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in yards. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in farmyards. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in stables. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in cowsheds. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in pigsties. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in hen houses. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in dog kennels. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in cat houses. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in rabbit hutches. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in guinea pig hutches. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in mouse traps. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in rat traps. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in mole traps. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in bird traps. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in fish traps. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in lobster pots. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in crab pots. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in eel traps. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in salmon nets. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in herring nets. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in mackerel nets. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in trawl nets. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in drift nets. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in seine nets. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in shrimp nets. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in prawn nets. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in oyster dredges. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in mussel dredges. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in scallop dredges. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in whelk pots. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in periwinkle pots. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in limpet picks. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in winkle picks. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in cockle rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in clam rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in whelk rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in periwinkle rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in limpet rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in winkle rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in cockle picks. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in clam picks. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in whelk picks. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in periwinkle picks. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in limpet rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in winkle rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in cockle rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in clam rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in whelk rakes. It is found in all parts of the British Isles. Dock is a very common weed in periwinkle rakes

ihrem Querschnitt nur einen kleinen Teil des Blattzwischenraums ein; und zwar hält sie sich zunächst nahe der oberen Fläche des Blattes; während sie nun dicht unter der durchsichtigen Epidermis des Blattes sich vorwärts frißt, dringt hinter ihr naturgemäß in den Gang Luft ein, die das Licht reflektiert und so den weißen Glanz des Minierganges bedingt. Ist die Made herangewachsen, so bohrt sie ihren Weg etwas abwärts an die Unterseite des Blattes, und in dem erweiterten Gangende haben wir ihre Puppenwiege zu erblicken. Hier liegt die braune Tönnchenpuppe der Dipterenart so nahe, daß die Fliege beim Auskriechen ohne alle viel Arbeit nach außen durchbrechen kann. Bei anderen Arten verläßt die Larve im erwachsenen Zustande die Mine, um sich in der Erde zu verpuppen. Auch kleine Rüsselkäfer leben in ähnlicher Weise. Bild. 19 zeigt die Frassmine eines solchen auf der Gattung Orobanchen (O. fagi L.), der auf den Blättern unserer Buche häufig zu finden ist. Hier legt

Bild. 19. A Mine der Curculionidenart Rhynchaenus fagi L., die sich fast ganz auf dem Wege durchgefressen hat. Bei B Seite, C Der Rüsselkäfer selbst, etwas fagi L. Vergr. 4 mal. Orig. nach der Natur.

das Muttertier anfangs Juni das Ei auf der Unterseite des Buchenblattes in die Mittelrippe; die Larve frißt sich heranwachsend zunächst in einem feinen Gang, der sich aber allmählich erweitert, zum Blattrand durch. Dort, und zwar meist in der Spitzenhälfte des Blattes, wandelt sie eine größere Höhle aus, deren Wände vertrocknen und sich bräunen. In diesem Raum wird die Puppenwiege in Form einer lugligen Blase angelegt.

Viele andere kleine Insekten bzw. deren Larven minieren in dieser Weise in Blättern oder an der Oberfläche anderer an jener Pflanzenteile. Und viele andere bohren wenigstens ihre Eier in die Blattspreiten ein, wo sie zum Teil für die ersten Etappen ihrer Entwicklung Nahrung finden.

Übrigens gibt es nicht wenige Formen, welche von außen her nur Schichten von der Ober- oder Unterseite von Blättern abnagen. Das entblößte, darunter gelegene Gewebe trocknet dann ein, und die Blätter bekommen ein verschrumpeltes, hülsiches, krankes Aussehen, was das wohl jeder von uns schon am Apfelbaum, an der Springe beobachtet hat. Bei diesem Strauch ist wiederum die Larve einer Motte der Schädling; letztere ist die Gracilaria syringella Fb. Die Larven leben in Gesellschaften bis zu 20 und nagen vorwiegend von der Blattspitze her das Gewebe von oben weg, so daß die Haut der Unterseite stehen bleibt. Nach der ersten Häutung verlassen sie ihre Mine, reihen das Blatt mit gesponnenen Fäden von vorn her zusammen und ziehen sich bei Tag in die so entstehende Rolle zurück. Bei Nacht begeben sie sich wieder auf ihre Weidefläche, die Oberseite des Blatts, und verschonen stets die Unterseite. Die missfarbenen Flecken der Blätter vieler Garten- und Treibhauspflanzen werden in ähnlicher Weise durch die Raupenfertigkeit des Rüssels von Blasenfüßen (Thrips-arten) verursacht.

Sehr erfolgreiche Vertilger grüner Pflanzennahrung sind die Landschnecken, wenn sie auch selten in so ungeheuren Massen auftreten wie Insekten und Insektenlarven. Immerhin können die Folgen ihrer Tätigkeit auffällig genug werden; ich habe vor Jahren in meinem Miniaturgarten die Nacktschnecke Limax agrestis L. von den fadigefeierten Salat- und Wohnenbeeten pfundweise abgesammelt. Immerhin ist hervorzuheben, daß wir in der freien Natur selten so auffällige Spuren der Fressthätigkeit von Schnecken an den grünen Pflanzen beobachten können, wie sie die schädlichen Insekten oft verursachen. Das gilt sowohl für unsere gemäßigten Klimata als auch für die Tropen, wo ja in manchen Gegenden entsprechend der

Digitized by Google

Luftfeuchtigkeit Schnecken oft in ſehr großen Zahlen gefunden werden. Aber in der ganzen mir bekannten Literatur über Reiſen in den Tropen fand ich nirgends Angaben über auffällige Spuren von Schneckenfraß. Das hat wohl ſeine Urſache darin, daß die Üppigkeit des Pflanzenwachstums in den Tropen ſtets imſtande iſt, den entſtandenen Verluſt zu decken, ehe er ſich zu auffälliger Größe ſummiert. Auch bei uns ſind ja viele der Schädlinge nur im Frühjahr imſtande, auffällige Zerſtörungen hervorzurufen; im Sommer kann meiſt der Schaden wieder gutgemacht werden. Bei uns beginnen die meiſten Schneckenarten im Frühjahr nach dem erſten warmen Regen ihre Schlupfwinkel zu verlaſſen und ſich über die Pflanzen herzumachen. Wie Stahl ſchreibt: „Sie beginnen ihr Zerſtörungswerk, welches ſich auf die verſchiedenſten Pflanzen erſtreckt und bis in den Herbſt hinein fortdauert. Auch dann, wenn viele unſerer Landſchnecken ſich bereits wieder in ihre Schlupfwinkel verkrochen haben, ſetzen andere Arten z. B. Limax agrestis L., Arion hortensis Fer. ſowie einige kleine Helixarten ihre Tätigkeit bis tief in den Winter hinein und in milden Wintern die ganze kalte Jahreszeit hindurch fort."

Es iſt aber bemerkenswert, daß nur eine geringe Zahl von Arten der Landſchnecken die grünen Teile höherer Pflanzen freſſen. Die landbewohnenden Vorderkiemer freſſen faſt ausſchließlich faulende Pflanzenſtoffe (Cyclostoma). Sie verhalten ſich ähnlich wie die gleich nachher zu beſprechenden omnivoren Landpulmonaten.

Unter unſeren einheimiſchen Formen ſind außer dem vorher erwähnten Limax agrestis L., der grauen Ackerſchnecke, vor allem die große Wegſchnecke (Arion empiricorum L.) und die Weinbergſchnecke (Helix pomatia L.) als Formen zu nennen, die ſich von friſchen grünen Pflanzenteilen ernähren. Gelegentlich freſſen auch viele unſerer anderen Landſchnecken grüne Pflanzenteile, ſo Helix arbustorum L., H. fruticum Müller, H. lapicida L., H. hortensis Müller, auch die Clauſilien, Bulimus detritus uſw. Aber ſie alle ſind harmlos, verglichen mit den drei erſtgenannten Arten, vor allem den beiden Nacktſchnecken.

Die genannten drei einheimiſchen Schneckenarten ſind charakteriſtiſche Beiſpiele von Tieren, welche bei der Nahrungsſuche nicht allzu wähleriſch ſind. Sie freſſen viele verſchiedene Pflanzen an, doch zeigen ſie eine gewiſſe Vorliebe für manche Pflanzen und verſchonen andere vollkommen. Dieſe Tatſache führt uns zur Erörterung intereſſanter Beobachtungen, welche vor allem durch Stahl eine Darſtellung nach einheitlichen Geſichtspunkten und eine exakte, experimentelle Prüfung gefunden haben.

Es zeigt ſich nämlich bei näherer Unterſuchung, daß die meiſten Schnecken, auch diejenigen, welche in der Regel grüne, friſche Pflanzenteile verzehren, von vielen Pflanzen welke, ſelbſt faulende Teile bevorzugen. Weiterhin nehmen ſie ſehr gern Früchte, Wurzeln, Knollen, uſw. Alſo Kartoffeln, Kürbiſſe, Obſt, Beeren uſw., vor allem ſüße, zarte Pflanzenteile werden von ſolchen Schnecken ſehr viel gefreſſen; ja ſie verſchmähen auch animaliſche Koſt nicht, wenn ſie Gelegenheit haben, Fleiſchſtücke uſw. zu bekommen. Limax agrestis L. und Arion empiricorum L. freſſen ſich in der Not ſogar gegenſeitig bzw. ihre eigenen Artgenoſſen auf. Dieſe Formen kann man bis zu einem gewiſſen Grade als omnivore Schnecken bezeichnen. Die meiſten von ihnen ſind enorm gefräßig, und in der freien Natur findet man ſie faſt ſtets in einem geradezu ausgehungerten Zuſtand, ſelbſt dann, wenn die natürlichen Bedingungen für ihre Ernährung ideale ſind, alſo genug geeignete Futterpflanzen vorhanden ſind, die Witterung feucht genug iſt uſw. „Bekommen ſolche Tiere eine für ſie geeignete Nahrung, ſo ſetzen ſie ihre Freßtätigkeit mit geringen Pauſen die ganze Nacht hindurch fort. Hat man eine Anzahl dieſer Tiere im Zimmer, ſo hört man oft vom Abend bis zum Morgen das Geräuſch, welches die mit ſpitzen Zähnchen beſetzte Radula beim Abraſpeln der Pflanzenteile verurſacht."

Helix pomatia L., die Weinbergschnecke frißt nach Yung in ausgehungertem Zustand in 3 Stunden den achten Teil ihres Körpergewichts an Kohlblättern. Sehr interessant sind die Stahlschen Versuche, aus denen hervorgeht, daß mit der Sättigung rasch die verzehrte Quantität abnimmt. Tiere, die in den ersten 24 Stunden bis zu 1,6 Gramm Kartoffelscheiben fraßen, nahmen in den nächsten 24 Stunden nur je 0,6 Gramm zu sich. Im Freien sieht man nun die draußen immer hungrigen Tiere Blätter des Haselnußstrauchs (so Helix hortensis Müller) oder junge Blätter des Weinstocks (so Helix pomatia L.) annagen. Bietet man den Tieren in der Gefangenschaft diese Pflanzenteile an, so kann man konstatieren, daß sie in 24 Stunden kaum wägbare Portionen bewältigt hatten, während sie, wie wir sahen, Kartoffeln oder wie wir hinzufügen können, gelbe Rüben, Salatblätter, Kürbisse usw. grammweise verzehrten.

Genaue Beobachtung der Tiere in der Gefangenschaft zeigt uns, daß sie viele Pflanzen, die sie in ihrem hungrigen Zustand in der Freiheit anfallen, wenn ihnen die Wahl gelassen ist, nicht nehmen, während sie, wenn die bevorzugten Pflanzen weggefressen sind, auch solche zuerst verschmähte Pflanzen zu fressen beginnen. Nicht immer gelingt es ihnen, dieselben richtig zur Nahrung zu verwenden, stets ist das Fressen an ihnen ein verlangsamtes und unbeholfenes.

Daß die omnivoren Schnecken gewisse Pflanzen bevorzugen, andere vermeiden, daß sie ferner besonders gern an welke oder abgestorbene Pflanzenteile sich heranmachen, was man insbesondere bei unseren zarteren Helix-Arten konstatieren kann (H. hortensis, fruticum, arbustorum usw.), das hat in besonderen, sehr interessanten Tatsachen seinen Grund. Die Pflanzen sind nämlich vielfach mit Schutzeinrichtungen versehen, welche sie gegen die Gefahr des Gefressenwerdens durch allerhand Feinde schützen. Einerlei wie diese Schutzeinrichtungen entstanden sind, jedenfalls sind sie sehr wirksam und halten viele Feinde von den geschützten Pflanzen ab. Diese Schutzeinrichtungen sind teils chemischer, teils mechanischer Art. Die chemischen Schutzstoffe sind Stoffwechselprodukte der Pflanze, welche teils in besonderen Saftbehältern, in drüsenartigen Organen usw., teils im Zellsaft oder sonstwie im Gewebe der Pflanzen enthalten sind. Es sind Gifte, Gerbsäure, seltener Oxalsäure, ätherische Öle oder Bitterstoffe, welche vor allem in Betracht kommen. Als mechanische Schutzmittel sind Dornen und Stacheln, Borstenhaare, sog. Feilhaare, Verkieselung und Verkalkung der Zellmembranen, Schleim- und Gallertbildung und das Auftreten der Rhaphiden, feiner nadelförmiger, an beiden Enden zugespitzter Kristalle von oxalsaurem Kalk, zu nennen.

Diese Schutzmittel sind, wie die Experimente von Stahl erwiesen haben, sicher sehr wirksam gegen die omnivoren Schnecken; sie sind aber auch gegen alle möglichen anderen Tiere, welche verschiedenerlei Gewächse fressen, den Pflanzen ein wirksamer Schutz, so gegen Heuschrecken, gegen Wiederkäuer und Nagetiere. Stahl konnte zeigen, daß die gleichen Pflanzen welche verschmäht wurden, solange sie in frischem Zustand sich befanden, mit dem größten Appetit verspeist wurden, nachdem man durch Auslaugen oder andere Prozeduren die chemischen und mechanischen Schutzeinrichtungen beseitigt hatte.

Beobachtung im Freien zeigt, daß tatsächlich eine Auswahl der ungeschützten Pflanzen und eine Vermeidung der geschützten durch die pflanzenfressenden Tiere, vor allem die Schnecken erfolgt. Allerdings, wie wir sahen, ist die Schonung keine absolute: denn, wenn die geschützten Pflanzen auch in der Regel gemieden werden, eine absolute und jederzeit wirksame Waffe gegen ihre Widersacher haben sie nicht: in der Not werden auch sie, wenn auch nicht mit allzugroßem Erfolg, angefallen. So können wir also auf jeden Fall konstatieren, daß sie einen Schutz genießen infolge ihrer besonderen Anpassungen.

Digitized by Google

Faſt ſtets aber finden wir in der Natur, daß, wenn ein Organismus gegen die große Schar ſeiner Feinde hinlänglich gewappnet iſt, daß ihm dann ein Sonderfeind erſteht, der gegen ſeine Panzerplatten ein beſonders wirkſames Geſchoß zu verſenden weiß. Und ſo finden wir auch beſondere Feinde, welche gegen die mechaniſchen oder chemiſchen Schutzmittel der Pflanzen gefeit ſind. Es ſind dies Spezialiſten der Ernährung, Formen, welche gerade diejenigen Dinge ſich zur ausſchließlichen Nahrung erwählen, welche von den anderen verſchmäht werden. So ſind z. B. unter den Landſchnecken einige Formen ausgeſprochene Pilzfreſſer; Limax maximus L. lebt nach Stahl ausſchließlich von Pilzen, bei Jena im Sommer vorwiegend von Peziza macrocalyx L.; ebenſo iſt Arion subfuscus Drap. Pilzfreſſer. Man kann die Hutpilze im Innern von dieſen Schnecken oft ganz durchwühlt und durchfreſſen finden. Mit Hilfe des Geruchsſinnes finden die Schnecken die Pilze auf und ziehen ſie jeder anderen Nahrung vor.

Die omnivoren Schnecken verſchmähen die Pilze, welche vor ihnen durch Schutzſtoffe, die für viele Tiere, z. T. für den Menſchen ſogar, giftig ſein können, geſchützt ſind; laugt man die Pilzmaſſe aus, ſo freſſen ſie die Fragmente ſehr gern. Die Spezialiſten dagegen nahmen in den Verſuchen Stahls zunächſt die friſchen Pilzſtücke und verſchmähten die ausgelaugten. Es zeigt ſich alſo, daß die Spezialiſten Feinſchmecker mit beſonders ausgebildeten Inſtinkten ſind. Offenbar ſind mit den Schutzſtoffen die wahrſcheinlich mit ihnen identiſchen Appetiterreger für die Spezialiſten ausgelaugt worden. Dasjenige, was den Pilz vor dem großen Heer ſeiner Feinde ſchützte, iſt der ſpezielle Reiz für den Spezialiſten geworden, der jede Nahrung mit Geringſchätzung behandelt, welche nicht den von ihm geſuchten pikanten Reiz beſitzt.

Ähnliches, wie es für die Schnecken experimentell nachgewieſen wurde, finden wir in den Beziehungen der Pflanzen zu vielen anderen ihrer Verfolger aus dem Tierreich ſich wiederholen, z. T. ſogar in noch weiter gehenden Verfeinerungen. Die pilzfreſſenden Schnecken ſind meiſt nicht auf eine Pilzart angewieſen, ſondern freſſen alle möglichen Pilze, wenn ſich auch hie und da ein Anſatz zu einer noch weiter gehenden Beſchränkung zeigt. Bei den Inſekten jedoch ſind vielfach die Arten auf eine einzige Pflanze, ja nicht ſelten nur auf einen einzelnen Teil einer Pflanze beſchränkt. Doch wollen wir die weitere Betrachtung der Spezialiſten noch verſchieben, bis wir die weniger wähleriſchen Tierformen fertig beſprochen haben. Bei der Erörterung der Landſchnecken war es geboten, den gerade bei ihnen experimentell geprüften Begriff des „Spezialiſtentums“ genauer zu erörtern. Das was wir hier gelernt haben, wird uns eine geeignete Grundlage für eingehendere Erörterungen bilden, wenn wir zunächſt die größeren pflanzenfreſſenden Tiere aus der Gruppe der Wirbeltiere einer kurzen Betrachtung unterworfen haben.

Unter den landbewohnenden Wirbeltieren kommen als Pflanzenfreſſer Reptilien, Vögel und Säugetiere in Betracht. Die Amphibien leben alle von animaliſcher Nahrung: das gilt auch für die Mehrzahl der Reptilien. Immerhin iſt hervorzuheben, daß die im Waſſer lebenden Larven der Amphibien, vor allem die Kaulquappen der Fröſche eine Menge von lebenden und toten Pflanzenſtoffen in ſich aufnehmen, wenn ſie den Überzug von Steinen, Holz, Bodenſchlamm abweiden. Unter den Eidechſen gibt es, vor allem unter den Varanen eine Anzahl von pflanzenfreſſenden Arten. So ſei die Eidechſe Cyclura carinata Harl. von Jamaika erwähnt, die ſich ähnlich von Landpflanzen ernährt, wie der oben erwähnte Amblyrhynchus der Galapagosinſeln von Seetangen. Eine größere Anzahl von Agamen (Uromastix, Lophura, Liolepis) frißt Pflanzenteile, vor allem Früchte, Beeren, aber auch Blätter. Ferner iſt der grüne Leguan (Iguana tuberculata Laur.) ein Baumbewohner, der faſt nur von Pflanzenkoſt lebt. Ebenſo gibt es pflanzenfreſſende Schildkröten. Und zwar ſind da faſt alle Landſchildkröten und eine ziemlich große Anzahl von Süßwaſſerbewohnern (Podocnemis uſw.) zu nennen.

Digitized by Google

Mehr Pflanzenfreſſer gibt es unter den Vögeln; aber meiſt handelt es ſich da um Spezialiſten, welche nur einzelne Teile der Pflanzen verzehren. Grüne Pflanzenteile werden ja von vielen Vögeln als gelegentlicher Beſtandteil der Nahrung aufgenommen, auch von omnivoren Vögeln und Körnerfreſſern uſw. Jeder von uns hat ſchon Käfigvögel durch ein Salatblatt oder junge, zarte Pflänzchen, Keimlinge uſw. erfreut. Auch kann man im Frühjahr jeden Tag beobachten, wie Amſeln, Stare uſw. Gras, junge Knoſpen und Triebe von Sträuchern und Bäumen abrupfen und verzehren. Aber der leichtbeſchwingte Vogel kann ſich nicht mit dem ſchweren Ballaſt beladen, den die grüne Pflanzennahrung darſtellt. Er kann auch nicht die lange Zeit auf die Verdauung verwenden, welche die Zerlegung der Zelluloſemaſſen der Blätter, des Graſes uſw. erfordern würde. Die Vögel ſind auf Nahrung angewieſen, welche konzentriertere Nährſtoffe enthalten. Daher werden wir ſie vorzugsweiſe unter den Frucht- und Körnerfreſſern finden, ſoweit ſie nicht überhaupt von animaliſcher Nahrung ihr Leben beſtreiten. Gelegentlich nehmen einige nicht fliegende Vögel ſelbſt größere Mengen pflanzlicher Subſtanz auf. Es ſei hier von unſeren einheimiſchen Vögeln nur auf die Trappen und Gänſe hingewieſen. Die den Entenvögeln naheſtehenden merkwürdigen ſüdamerikaniſchen Vögel Chauna und Palamedea freſſen mit ihrem Hühnerſchnabel Pflanzenteile, vor allem ſaftige Waſſerpflanzen. Auch die ſtraußähnlichen Vögel ſind hier anzuführen.

Ferner ſei hier darauf hingewieſen, daß einige Papageien Gras und Kräuter freſſen. Von dem neuſeeländiſchen Papagei Stringops habroptilus G. R. Gr. iſt bekannt, daß er allerlei Kräuter vor allem Gras, Wurzeln, Flechten, ſogar Lebermooſe, auch Früchte und Samen frißt. Sehr intereſſant iſt nun als Beiſpiel für den entſcheidenden Einfluß, den die Ernährung auf die Lebensweiſe und damit auf die körperlichen Anpaſſungen eines Tiers ausübt, die Tatſache, daß der am Boden ſeine Nahrung ſuchende Stringops die Flugfähigkeit faſt vollkommen verloren hat. Vielleicht hängt dies ſogar mit der Schwere der Pflanzennahrung zuſammen, die in großen Maſſen aufgenommen werden muß. So hat Haaſt nach Buller nachgewieſen, daß der Kropf mit Pflanzenmaſſe manchmal ſo vollgepfropft iſt, daß das Tier kaum imſtande iſt, ſich zu bewegen.

Auch an einem ſehr eigenartigen Pflanzenvertilger, der Rarita oder dem Pflanzenmähder (Phytotoma rara Molina) des ſüdweſtlichen Südamerika dürfen wir nicht vorübergehen. Derſelbe vertilgt neben Früchten vorwiegend junge Schößlinge von Pflanzen, die er mit ſeinem ſägezahnigen Schnabel abſchneidet. So wird er vor allem den Getreidefeldern und Gärten ſchädlich.

Unter den Säugetieren finden wir dagegen zahlreiche Formen, welche ſich ausſchließlich oder faſt ausſchließlich von grünen Pflanzenteilen ernähren. Es iſt erſtaunlich, wie viele Säugetiere Pflanzen und Pflanzenteile als Hauptbeſtandteil der Nahrung oder als einziges Futter zu ſich nehmen. Wenn wir bedenken, daß allein die pflanzenfreſſenden Nagetiere mehr als ein Drittel der rezenten landbewohnenden Säugetiere darſtellen und dazu noch die zahlreichen Arten der Huftiere rechnen, ſo ſehen wir ein, daß die Säugetiere zu den Pflanzenfreſſern ein ſehr beträchtliches Kontingent ſtellen. Noch dazu iſt hervorzuheben, daß die landbewohnenden, pflanzenfreſſenden Säugetiere faſt ſtets viel individuenreichere Arten bilden als diejenigen Gruppen, welche ſich animaliſch ernähren (vgl. I. Bd. S. 329).

Säugetiere, die grüne Pflanzenteile freſſen, finden ſich in den Ordnungen der Beuteltiere, der Zahnarmen, der Nagetiere, der Huftiere, der Halbaffen und der Affen, wenn wir von den Seekühen abſehen, die wir ja früher mit den Waſſertieren ſchon beſprochen haben. Ja ſelbſt in den ſonſt ſo ausſchließlich auf tieriſche Nahrung angewieſenen Ordnungen der Inſektenfreſſer und Raubtiere finden ſich einzelne Formen, welche mehr oder weniger ausgeſprochen Pflanzenkoſt bevorzugen.

Digitized by Google

Wir werden ſehen, daß ſehr viele dieſer Pflanzenfreſſer unter den Säugetieren ſich vorwiegend von Früchten und Samen ernähren. Doch iſt die Zahl der Formen auch nicht gering, welche Blätter, Zweige, junge Sproſſe, Gras und Kräuter freſſen. Erinnern wir uns an die Ernährungsweiſe der Inſekten und Schnecken, welche ſich von ſolchen Pflanzenteilen ernährten, ſo denken wir ſofort an die enorme Freßgier, welche wir bei dieſen Tierformen zu erwähnen hatten. Dieſe hängt damit zuſammen, daß die Tiere ſehr viel von den grünen Pflanzenteilen in ſich aufnehmen müſſen, um genug Nährſtoffe zu erhalten; denn die grünen Pflanzenteile enthalten wenig für die Tiere brauchbare Nährſtoffe und noch dazu in einer Form, welche für ſie relativ ſchwer auszunützen iſt.

Es muß alſo beſonders ſchwierig ſein, ſo große und ſchwere Tiere, wie es die Säugetiere vielfach ſind, mit grünen Pflanzenteilen ausreichend zu ernähren. Und doch finden wir gerade unter den Pflanzenfreſſern die größten und mächtigſten Tierformen des feſten Landes. Es hängt dies damit zuſammen, daß die Nahrungsaufnahme und Nahrungsverarbeitung bei den Säugetieren vielfach durch äußerſt wirkſame Anpaſſungen geſichert iſt.

Faſſen wir zunächſt die Beuteltiere ins Auge, ſo müſſen wir feſtſtellen, daß auch unter ihnen zahlreiche Pflanzenfreſſer vorkommen. Vor allem ſind hier die känguruhähnlichen Arten zu nennen, zu welchen die größten Beuteltiere gehören. Wir alle wiſſen durch Beſuche in zoologiſchen Gärten, daß es verſchiedene Arten von Känguruhs gibt, große und kleine, rote, graue und ſchwarze. In der Regel machen wir uns aber keine richtige Vorſtellung von dem Reichtum an Arten und Gattungen, welche der auſtraliſche Kontinent beherbergt. Es gibt nicht weniger als 50—60 Arten, die in 8—10 Gattungen eingereiht werden. Sie alle ſind Pflanzenfreſſer, und zwar zeigen ſie zahlreiche verſchiedenartige Anpaſſungen, die ſie für die Natur ihres Aufenthaltsortes, die beſondere Nahrung uſw. geeignet machen.

Die größten Formen, die Angehörigen der Gattung Macropus ſind Gras- und Kräuterfreſſer; ſie leben faſt wie die Wiederkäuer unter den höheren Säugetieren, bilden Herden und ſind vielfach direkt als Steppentiere zu bezeichnen. Nach Semon ſehen die Squatters in Auſtralien in ihnen vielfach Konkurrenten ihres Viehs auf der Weide, und in dürren Zeiten können ſich größere Känguruhherden wohl auch unangenehm als Mitkonſumenten der ſpärlichen Weide bemerklich machen. Man veranſtaltet daher große Treibjagden auf ſie und ſetzt ſogar Preiſe auf ihre Tötung, ſo daß in den meiſten beſiedelten Gegenden dieſe intereſſanten Tiere faſt ausgerottet ſind.

Als Rock-Wallabies bezeichnet man in Auſtralien die Arten der Gattung Petrogale, welche in gebirgigen Gegenden vorkommen, ausgezeichnete Felſenkletterer ſind und ſich ebenfalls von Gras und Blättern nähren. Nächtliche Blattfreſſer ſind die Baumkänguruhs, die zur Gattung Dendrolagus gehören, deren Arten vor allem in dem urwaldreichen Neuguinea vorkommen. Es ſieht ſehr merkwürdig aus, wenn dieſe Tiere, welche vollkommen den Springerhabitus der echten Känguruhs beſitzen, mit verblüffender Gewandtheit in den Bäumen von Aſt zu Aſt ſpringen.

Auch die anderen baumbewohnenden Beutler, ſo die Flugbeutler (Petaurus, Petauroides uſw.), der Beutelbär (Phascolarctus), die „falſchen Opoſſums" (Trichosurus) freſſen vorwiegend Baumblätter. Bei den letztgenannten ſind es die Blätter der Eucalyptusbäume, deren Aroma ſich in einer unangenehmen Weiſe dem Fleiſch der Tiere mitteilt.

Von den bodenbewohnenden Formen ſind vor allem noch als Grasfreſſer die Känguruhratten zu nennen (Gattung Aepyprymnus; A. rufescens Gray), ferner als Knollen- und Wurzelfreſſer die mit Scharrkrallen ausgerüſteten, höhlenbewohnenden Bettongia-Arten, der Beuteldachs (Perameles), der Wombat (Phascolomys) u. a. Sie alle zeigen aber eine Eigen-

Digitized by Google

Schwalbe, 1988, Abb. 6). Charles of Alexandria, Bildnis des Kaisers Maximilian I., Detail, Kat. 20. Nürnberg, Germanisches Nationalmuseum, Inv. Nr. Gm 1956

Karl Schwalbe, Kunstschreiben Maximilians I. Die Prunkhandschriften des Kaisers und ihre Meister, Wien 1988, Abb. 6

auf. Ich brauche nur an unſere Haſen, Kaninchen, an Meerſchweinchen, Murmeltiere, Biber, Lemminge, Stachelſchweine uſw. zu erinnern. Beſonders hervorzuheben als Blattfreſſer wären Agutis, Pacas, Capybara, als Grasfreſſer Chinchilla, Gerbillus, Springmaus (Dipus).

Unter den Raubtieren nehmen nur wenige Formen gelegentlich Pflanzennahrung zu ſich. Ihnen ſtehen jedoch wiederum die Huftiere als ſo gut wie ausſchließlich pflanzenfreſſende Formen gegenüber. Und zwar ernähren ſich ſogar faſt alle Arten nur von grünen Pflanzenteilen: Blättern und Stengeln. Wir können in der Hauptſache Blattfreſſer und Grasfreſſer unterſcheiden. Als Blattfreſſer wären anzuführen: Tapire, Hirſche, Giraffen, Okapi und vor allem die Elefanten, die ſich von Blättern und zarteren Zweigen ernähren. Die Mehrzahl der Wiederkäuer, auch viele Hirſche, und die Pferde, freſſen Gras und zwiſchen demſelben wachſende krautige Gewächſe. Sehr intereſſant ſind die Ernährungsverhältniſſe bei den Rhinocerosarten. Bekanntlich kommen die Nashornarten in Afrika und in Südaſien vor. In Indien, Hinterindien und Indoneſien ſind ſie vorwiegend Urwaldtiere, in Afrika vorwiegend Steppentiere. Die kleinſte Art, das zweihörnige Rhinoceros (Dicerorhinus) sumatrensis G-Cuv. iſt ein relativ ſtark behaarter Urwaldbewohner, der in Borneo, Sumatra, Malakka, Birma und Aſſam vorkommt. Die Zähne des Tieres ſind niedrig, ohne Zement (brachyodont); die Oberlippe iſt verlängert und ſtellt ein Greiforgan dar, mit dem das Tier Blätter und Zweige abpflückt. Ganz ähnlich lebt und ganz ähnlich organiſiert iſt das einhornige Rhinoceros sondaicus Desm., welches von Bengalen über Malakka bis Java ſich verbreitet. Unter den afrikaniſchen Formen iſt das häufigere ſchwarze Nashorn (Rhinoceros (Diceros) bicornis L.) zwar den Formen dieſer Gruppe ähnlich, aber die niederen (brachyodonten) Zähne beſitzen immerhin eine, wenn auch dünne Zementlage. Es kommt in ganz Afrika von Abeſſinien bis zum Kap vor und fehlt nur in dem Teil Weſtafrikas, der nördlich vom Kongo liegt. Das weiße Nashorn dagegen (Rhinoceros (Diceros) simus Burch.), welches in Zentral- und Südoſtafrika vorkommt, iſt ein Tier, welches auf Steppen graſt. Es hat hohe Zähne (hypſelodonte) mit ſtarker Schmelzlage. Auch fehlt ihm die Greiflippe der Blattfreſſer. Die gleichen Eigentümlichkeiten zeigt ſchließlich die dritte der indiſchen Nashornformen Rhinoceros unicornis L., eine einhörnige Art, welche als nördlichſte jetzt noch lebende Rhinocerosart in Aſſam, Birma und Nepal an offenen Stellen graſt. Auch ſeine Zähne ſind hypſelodont, wenn auch nicht ſo ausgeſprochen wie diejenigen des weißen Nashorns. Immerhin haben ſie eine recht dicke Zementlage. In den Anpaſſungen des Gebiſſes, deſſen wurzelloſe hohe Zähne relativ raſch nachwachſen können, gleichen dieſe grasfreſſenden Nashörner den Pferden, deren Zähne ja beim Zerkleinern der kieſelſäurereichen Gräſer viel ſtärker abgenutzt werden als die Zähne der blattfreſſenden Tiere.

Alle dieſe großen Pflanzenfreſſer ſind für das Abbeißen und Ergreifen von Gras und Blättern durch die Beſchaffenheit ihrer Lippen und Zungen und durch die Form und Stellung ihrer Zähne beſonders begünſtigt. Wie die blattfreſſenden Nashörner, ſo beſitzen auch Pferde, Wiederkäuer, Giraffen, Elefanten uſw. ſehr bewegliche Lippen, welche beim Abreißen der Pflanzenteile wichtige Dienſte leiſten. Bei den Wiederkäuern fehlen im Oberkiefer die Schneidezähne; im Unterkiefer ſteht eine geſchloſſene Reihe ſcharfer Schneidezähne, welche mit der Oberlippe zuſammenwirken, um die relativ weichen, ſaftigen Pflanzen abzurupfen, von denen ſich dieſe Tiere nähren. Beim Ergreifen der Nahrung dient ihnen nun die Zunge als wichtiges Hilfsorgan. Sie iſt relativ lang, ſehr beweglich, vorſtreckbar, ſpitz und beſitzt, wie im erſten Band bereits geſchildert wurde, eine rauhe Oberfläche, die mit rückwärts gekehrten, ſpitzen verhornten Papillen bedeckt iſt. Die Giraffen, welche in der Freiheit niemals Gras und Kräuter vom Boden pflücken, ſondern nur die Blätter und zarteren Äſte der zahlreichen Akazien-

arten und anderer Bäume der afrikaniſchen Steppe aus den Kronen herabholen, haben in ihrer langen, kräftigen Zunge ein vorzügliches Hilfsmittel zu dieſer Tätigkeit (Abb. 20).

Die Pferde beſitzen im Ober- und Unterkiefer je eine Reihe ſcharfer Schneidezähne, welche ſie befähigen, das Gras wie mit einer Beißzange abzuknappen. Auch bei ihnen wirken Lippen und Zunge beim Ergreifen der Nahrung mit.

Das vorzüglichſte Hilfsmittel zum Abpflücken von Zweigen und Blättern beſitzt aber unter den Huftieren der Elefant. Sein Rüſſel iſt ein Inſtrument von großer Vielſeitigkeit und Brauchbarkeit; er iſt aus der äußeren Naſe und der Oberlippe gebildet, welche lang ausgezogen und mit kräftigen Muskeln verſehen ſind. Der Länge nach durchziehen zwei Kanäle den Rüſſel, die ſich in die beiden Naſenkanäle fortſetzen. Zwiſchen den Naſenlöchern findet ſich vorn in der Mitte der Rüſſelſpitze ein fingerförmiger Fortſatz, mit dem der Elefant kleine Gegenſtände feſt ergreifen kann. Auch kann er den Rüſſel ſelbſt um dickere Gegenſtände wickeln. Mit dem Rüſſel kann das Tier Gegenſtände vom Boden aufheben und Äſte und Blätter, die ihm als Nahrung dienen, hoch von den Baumkronen abpflücken; er kann, wie wir ſpäter noch ſchildern werden, Waſſer mit ihm ſchöpfen, ſich verteidigen uſw.

So leiſtet ihm der Rüſſel ähnliche Dienſte, wie der letzten zu behandelnden Gruppe von laubfreſſenden Säugetieren, den Affen, die Hand als vollkommenſtes Inſtrument zur Verfügung ſteht.

Junges Grün der Bäume, Blätter und Stengel freſſen unter den Affen die Schwanzaffen (Cercopitheken), Schlankaffen (Semnopitheken), die Stummelaffen (Colobiden) und die Gibbons (Hylobatiden). Alle ſind echte Baumbewohner, in Kletterfähigkeit und Behaarung als echte Urwaldbewohner erkennbar. Sie alle haben zum Ergreifen und Abpflücken der Blätter brauchbare Hände, ein zum Zermahlen derſelben geeignetes Gebiß und charakteriſtiſche Umbildungen des Magens (Näheres ſ. unten). Die Cercopitheken beſitzen außerdem ſehr erweiterungsfähige Backentaſchen, welche bis tief an den Hals herunter erweitert werden können, wenn ſie mit allerlei pflanzlichen Subſtanzen vollgepfropft ſind.

Die Cercopitheken gehören nämlich zu denjenigen Tieren, welche außer Blättern mit Vorliebe auch die Früchte von Pflanzen freſſen. Dasſelbe iſt der Fall bei den Semnopitheken; es iſt ein äußerſt poſſierlicher Anblick, wenn das alte Männchen des Naſenaffen eine Banane frißt. Mit den Händen hat er die Frucht gepflückt und ſorgfältig geſchält, dann führt er ſie mit der einen Hand zum Mund und beißt hinein; um dies zu tun, muß er aber ſeinen Kopf vollkommen zur Seite neigen, denn ſeine lange, ſchlaffe Naſe hängt ihm vor dem Mund herunter und verhindert ihn gerade von vorn in die ſaftige Frucht hineinzubeißen.

Auch die höheren Menſchenaffen leben von Baumfrüchten, jungem Laub, gelegentlich auch von animaliſchen Stoffen. Die Gibbons freſſen Blätter und Früchte, daneben Inſekten und Spinnen, Eier und junge Vögel. Die Paviane ſind noch ausgeſprochener omnivor; ſie freſſen vielerlei Tiere. So iſt von dem ſüdafrikaniſchen Papio porcarius Bodd. bekannt, daß er unter Steinen Reptilien, Tauſendfüßler, Skorpione uſw. fängt, aber auch die Zwiebeln und Knollen von Pflanzen ausgräbt. Von den amerikaniſchen Affen ſind die Krallenäffchen (Hapalidae) auf Früchte und Inſekten angewieſen, während die Cebiden außer ſolchen auch Eier und junge Vögel rauben. Dieſe Ernährungsweiſe teilen ſie mit vielen Halbaffen.

Solche omnivoren Tiere finden wir in allen Abteilungen des Tierreichs; wir haben ſie ſchon bei den Schnecken genauer beſprochen und müſſen hier auch bei den pflanzenfreſſenden Säugetieren auf ſie eingehen. Denn biologiſch ſind ſie kaum von den Fruchtfreſſern zu trennen. So haben wir ſchon unter den Beuteltieren ſolche Formen erwähnt, z. B. der Beutelbachs oder Bandikut (Perameles) lebt teils von Inſekten und Würmern, teils von Wurzeln und

Digitized by Google

Knollen, die er sich mit seiner Grabhand aus dem Boden herausgräbt. Selbst unter den Insektivoren finden sich Formen wie die Tupajiden oder Spitzhörnchen, die neben Insekten reichlich Früchte fressen; beim Fressen sollen diese Tiere, welche in Haarkleid, Bewegungen, Form und Größe den Eichhörnchen gleichen, ihre Nahrung in ähnlicher Weise wie diese zum Munde führen.

Ein Gegenstück zu diesen pflanzenfressenden Insektivoren bilden die nicht allzuwenigen Nagetiere, welche tierische Körper als Nahrung vertilgen. Wir werden später noch einige Formen kennen lernen, welche ausschließlich von Tieren leben. Hier wollen wir als interessantes Beispiel die Wühlmäuse erwähnen. Eine Gattung (Evotomys Coues = Hypudaeus Keys u. Blas.), so die Waldwühlmaus (E. glareolus Schreb.), die an Waldrändern ihr Nest baut, frißt mehr tierische als pflanzliche Nahrung; sie fängt Insekten, Würmer, junge Vögel, benagt aber auch Rinde und frißt Körner, Wurzeln und Knollen. Mit dieser omnivoren Lebensweise stimmt die Tatsache gut überein, daß bei ihr die Wurzeln der Zähne sich im Alter schließen, während die viel mehr der Abnützung unterliegenden Zähne der fast ausschließlich pflanzenfressenden Acker- und Feldmäuse (Arvicola = Microtus arvalis Pallas, agrestis L.) stets nachwachsen und offene Wurzeln haben. Diese Tiere fressen Körner, Wurzeln, Rinden und allerhand andere Pflanzenteile. Da sie bisweilen in ungeheuren Mengen vorkommen, können sie zur Landplage werden und sehr großen Schaden an der Pflanzenwelt anrichten.

Unter den Fledermäusen sind die Megachiropteren oder fliegenden Hunde (Abb. 21) Fruchtfresser. Das ist eine jedem Tropenpflanzer geläufige Tatsache. Die Flughunde kommen meist in großen Flügen vor, welche auf gewissen Bäumen regelmäßig den Tag schlafend verbringen. Vom Schlafbaum aus begeben sie sich in der Abenddämmerung auf die Suche nach Früchten, und wenn ein Flug dieser großen Tiere über einen Fruchtbaum herfällt, so ist er bald abgeleert. Beim Ergreifen der Früchte dient den Tieren ihre weite Mundspalte mit den kräftigen Lippen, vor allem ist dazu die afrikanische Gattung Epomophorus Bennet gut ausgerüstet, deren dehnbare, umfangreiche Lippen ein weites Maul einschließen, das wohl geeignet ist, weiche Früchte zu umfassen und eventuell aus ihnen den Saft zu schlürfen. Beim Zerreiben der Nahrung hilft die Zunge mit. Dieselbe ist vor allem bei den Makroglossen sehr lang, mit verhornten mehrspitzigen Papillen bedeckt, und bildet mit dem von Querleisten durchzogenen Gaumen einen wirksamen Reibapparat. Zunge und Gaumen sind auch bei einer Gruppe der Mikrochiropteren, der gewöhnlichen Fledermäuse, nämlich bei den südamerikanischen Glossophagen ähnlich ausgebildet. Dieselben fressen tatsächlich weiche Früchte und vertreten die fliegenden Hunde in Südamerika; letztere sind nämlich auf die Tropen der alten Welt (mit Ausnahme des größten Teils von Afrika) beschränkt. Es ist leicht zu verstehen, daß diese gefräßigen Fruchtvertilger nur in Tropengegenden leben können, in denen das ganze Jahr hindurch reife Früchte zu finden sind. Im Gegensatz dazu sind ja die winterschlafenden, insektenfressenden Kleinfledermäuse so weit verbreitet, als es genug Insekten für sie gibt, d. h. weltweit. Auf allen ozeanischen Inseln finden sie sich vielfach als einzige Säuger, sie dringen relativ weit polarwärts vor und sind die weitest verbreiteten Säugetiere der Erde.

Selbst unter den Raubtieren gibt es Liebhaber pflanzlicher Nahrung, und gerade unter ihnen finden wir jene Tiere, auf deren Ernährungsweise der Begriff der Omnivorie zuerst begründet wurde. So sind viele der Caniden, wie wir ja von unseren Füchsen und Hunden wissen, gern bereit, pflanzliche Substanzen zu sich zu nehmen. Auch für Dachse, Marder usw. gilt dies. Ausgesprochen omnivor sind viele Bären; zwar der Eisbär (Ursus maritimus L.) ist entsprechend seiner polaren Verbreitung reiner Fleischfresser. Aber die braunen Bären Europas und die schwarzen Bären Amerikas und in noch höherem Maße

Digitized by Google

ALTDEUTSCHE MEISTER VON 1300 BIS ZUM BEGINN DER RENAISSANCE
Köln, Kat. d. Galerie Nave, 1926. 48 Seiten mit 32 Abbildungen. Preis RM 2.50. Einführung von Wilhelm Worringer. Die Ausstellung, die in Köln in der Galerie Nave veranstaltet wurde, ist ein Ereignis für alle Kunstfreunde. Sie ist ein Ereignis, weil sie uns mit einer Reihe von Werken bekannt macht, die bisher nur wenigen Spezialisten bekannt waren, und

Fangen wir gleich mit den unterirdiſchen Pflanzenteilen an, den Wurzeln, Knollen und Zwiebeln der Pflanzen. Die Liebhaber derſelben laſſen ſich in drei Gruppen einteilen. Erſtens gibt es viele unterirdiſch lebende Tiere, welche von außen an die Wurzeln gelangen und ſie abnagen. Zweitens ſind in den unterirdiſchen Teilen ſelbſt viele kleine Tiere minierend und wühlend tätig. Und drittens haben nicht wenig Tiere, welche ſelbſt oberirdiſch leben, die Gewohnheit, ſich Wurzeln aus dem Boden auszugraben.

Als Wurzelfreſſer der erſten Kategorie ſind zunächſt viele Inſekten anzuführen; da wären vor allem die ſog. Drahtwürmer zu nennen, die Larven der Schnellkäfer (Elateriden), welche vor allem in jungen Anpflanzungen von Waldbäumen durch das Abnagen der Wurzeln enormen Schaden anrichten. Ähnlich gefürchtet ſind viele Rüſſelkäfer und Borkenkäfer. So nagt auch die Larve des Maikäfers, der Engerling, die zarten Wurzeln ab und beraubt dadurch die Pflanze derjenigen Organe, welche ihr die flüſſige Nahrung zuführen ſollten. Sie frißt auch große Wurzeln an und höl nach Taſchenberg gelegentlich Kartoffeln vollſtändig aus. Ganz anders nutzen die zahlreichen an Wurzeln ſaugenden Schnabelkerfe, alſo Wurzelläuſe, Blattläuſe und Cikadenlarven deren Säfte aus. Da ſich hre Ernährungsweiſe von derjenigen der oberirdiſch lebenden Formen nicht weſentlich unterſcheidet, ſeien ſie hier nur erwähnt. Dagegen wären hier wenigſtens zu nennen die Erdraupen der Ackereulen, jener nächtlichen Schmetterlinge aus der Gattung Agrotis (A. segetum Schiff., A. exclamationis L.), welche zum großen Teil unter der Erde leben und an Knoſpen, Wurzeln und Knollen vielfach großen Schaden anrichten.

Dagegen werden die Regenwürmer immer wieder mit Unrecht der Wurzelbeſchädigung beſchuldigt. Sie werden wohl nicht ſelten faulige Wurzelteile aufnehmen, aber wie ſie von den oberirdiſchen Pflanzenteilen die welken ſtets den friſchen vorziehen, ſo werden ſie die lebenswichtigen Teile der Pflanzenwurzeln kaum jemals beſchädigen.

Eine relativ wichtige Rolle als Wurzelverderber ſpielen die Säugetiere, vor allem unterirdiſch lebende Nager. Mäuſe, Wühlmäuſe and andere Formen freſſen nicht nur die nährſtoffreichen Knollen und Rübenwurzeln, ſondern auch die holzigen Wurzeln größerer Gewächſe. Als Schädlinge ſind beſonders zu nennen die ſog. Waſſerratten (Hypudaeus = Evotomys amphibius L.), die Waldmaus (E. hercynicus Mehlis) und die Feldmäuſe. Als beſonders intereſſante Form möchte ich hier die Wurzelmaus (Arvicola oeconomus Pall.) nennen, einen Bewohner Oſtſibiriens. Dieſes Tier legt ſich aus den Wurzeln der gewöhnlichen Wieſenpflanzen (z. B. Knollenknöterich, Kälberkropf, Eiſenhut) Vorräte für den Winter an. Sie heben ſie in Kammern ihres Baues auf; in einem Bau können 3—4 ſolche Kammern enthalten ſein, und in jeder derſelben finden ſich 8—10 Pfund wohlgereinigter Pflanzenwurzeln, welche die Mäuſe oft weit hergeſchleppt haben. Kein Wunder, daß nicht nur Schweine und andere Tiere, ſondern auch die Menſchen dieſen Vorratskammern nachſpüren, um ſie zum eigenen Nutzen auszuplündern.

Dieſen Formen ſchließen ſich die Tiere an, welche oberirdiſch leben, aber durch beſondere Anpaſſungen befähigt ſind, die Wurzelteile von Pflanzen als Nahrung zu verwenden. Naturgemäß handelt es ſich dabei vorwiegend um größere Tiere. So gibt es unter den Vögeln eine ganze Anzahl von Formen, welche durch beſondere Anpaſſungen befähigt ſind, Wurzeln auszugraben. Auf S. 56 ſind die Köpfe von zwei Papageien abgebildet, deren Schnäbel infolge der ſpitzen, langgeſtreckten Form des Oberſchnabels von den typiſchen Papageiſchnäbeln ſtark abweichen. So iſt der gerade Schnabel des auſtraliſchen Lichmetis nasica Temm. (Abb. 22 B) ein vorzügliches Werkzeug zum Ausgraben von Graswurzeln und Monokotylenzwiebeln. Sehr bemerkenswert iſt, daß weit von deſſen Wohnort entfernt, in

Digitized by Google

Chile, ein anderer Papagei vorkommt (Henicognathus leptorhynchus King. Abb. 22C), der ebenfalls Graswurzeln ausſticht und mit einem ganz ähnlichen Schnabel verſehen iſt.

Bei den Säugetieren ſind die Wurzelfreſſer meiſt mit Scharrhänden oder Greiffingern verſehen, die es ihnen ermöglichen, zu den Wurzeln zu gelangen. Ich erinnere an die Känguruhratten (Aepyprymnus rufescens, vgl. S. 49), den Beuteldachs (Perameles, vgl. S. 49), den Wombat (Phascolomys). Auch grabende Nager ſind hier zu nennen ſowie ſchließlich Affen, von denen beſonders die Paviane (z. B. Papio porcarius Bl. in Südafrika) in trocknen ſteinigen Gegenden die Zwiebeln von Liliaceen und anderen Zwiebelgewächſen mit den Händen ausgraben, um ihr ſaftiges Fleiſch zur Stillung von Hunger und Durſt zu genießen.

Alle dieſe Wurzelfreſſer ſind immerhin nicht ganz einſeitige Wurzelſpezialiſten. Solche finden ſich aber in der zweiten Gruppe von Wurzelfreſſern. Nicht ſelten finden wir Zwiebeln, Rüben oder Knollen, wenn wir ſie aus dem Boden heben, vollkommen zerfreſſen und im Innern von feinen Gängen durchſetzt. Der Gärtner ſagt, ſolche Wurzeln ſind „wurmig". Aber die Würmer werden zu Unrecht beſchuldigt; die wurmartig ausſehenden Tiere in den Wurzeln ſind Larven von Inſekten, oft fuß- und augenloſe weiße Maden, welche ſich verpuppen und dann Fliegen, Käfer, Schmetterlinge liefern. Eine häufig zu ſehende Art iſt die Rettichfliege (Anthomyia floralis Fall.), deren Larven ſich im Mai und Juni im Fleiſch des Rettichs, des Radieschens auch des Kohlrabis und im Weißkraut findet. Eine ebenfalls ſehr häufige Art iſt die ſog. Zwiebelmade, die Larve der Zwiebelfliege, welche oft in großen Mengen in den Gartenzwiebeln vorkommt, bis tief ins Innere der Zwiebeln eindringt und deren raſches Verfaulen verurſacht.

Die in Wurzeln, Knollen und Zwiebeln lebenden Inſektenlarven unterſcheiden ſich in ihren biologiſchen Anpaſſungen, wenn ſie in weichen unterirdiſchen Pflanzenteilen leben, nicht weſentlich von den früchtebewohnenden Formen, wenn ſie in holzigen Wurzeln vorkommen, nicht von den holzbewohnenden Formen; deren Anpaſſungen werden gleich nachher zur Sprache kommen. Vorher ſei nur in Kürze erwähnt, daß auch das Mark von Pflanzen, vor allem das ſaftige, junge Mark ſeine Liebhaber hat. Von Formen, die für den Menſchen von größerer Bedeutung ſind, nenne ich hier die gemeine Halmweſpe (Cephus pygmaeus L.), welche Roggen und Weizen angreift. Die fußloſe, gelbweiße Made dieſer kleinen Weſpe entſteht aus dem Ei im oberen Teil des Halmes, frißt ſich im Lauf der Entwickelung durch den Halm nach unten durch, wobei ſie die Zwiſchenwände der Knoten durchnagt, und langt vor der Ernte in dem untern Teil des Halms an, der beim Abmähen als Stoppel ſtehen bleibt. Hier verpuppt ſie ſich und überwintert. Ein Gartenſchädling iſt die Spargelfliege (Platyparaea poeciloptera Schrank), welche in Spargelzüchtereien manchmal Verwüſtungen verurſacht. Es iſt dies eine Bohrfliege, eine etwa 5 mm große Fliege mit braungefleckten, glashellen Flügeln und einer roſtgelben Legeröhre beim Weibchen. Mit derſelben legt die Fliege im Frühling ihre Eier hinter die Schuppen der friſch aufgekeimten Spargelköpfe. Die Maden freſſen im Mark unregelmäßige Gänge und veranlaſſen Verkrümmungen und Verkrüppelungen der heranwachſenden Spargelpflanzen. Im Auguſt ziehen ſich die Larven in der Pflanze tief nach unten, damit die Puppen beim Abfaulen des unterirdiſchen Stengelteils in die Erde gelangen, wo ſie bis zum April des nächſten Jahres ruhen.

Nicht wenige Formen minieren in den ganzen grünen Teilen lebender Äſte und Zweige. Als eigenartiger Fall ſeien hier die zweigbewohnenden Larven tropiſcher Verwandter unſerer räuberiſchen Cicindeliden genannt. In Indoneſien und Braſilien iſt nachgewieſen

worden, daß die Larven baumbewohnender Tigerkäfer ihre Gänge in Holz bauen; ja die indoneſiſchen Gattungen (Collyris, Tricondyla) treten ſtellenweiſe ſogar als Maſſenſchädlinge auf.

Sehr gefährliche Stengelminierer ſind ferner z. B. die in Trinidad und Britiſch Guyana maſſenhaft auftretenden Raupen von Castnia licus Dru, welche im Zuckerrohr leben und um ſo ſchädlicher wirken, als bei dem gleichmäßigen Klima eine Generation auf die andere ohne Unterbrechung folgt.

Die Holzfreſſer, welche als Hauptnahrung den ſchwer aufzuſchließenden, an Stickſtoff armen Holzſtoff der Äſte, Stämme und Rinden benutzen, müſſen für ihre beſondere Lebensweiſe mit zahlreichen ſpeziellen Anpaſſungen ausgerüſtet ſein. Manche dieſer Holzbewohner ſind wenig wähleriſch und leben in allen möglichen Pflanzenteilen. Andere leben ausſchließlich in der Rinde, wieder andere nur zwiſchen Borke und Kambium, während ſchließlich manche Formen ſich durch den Splint und das feſte Holz durchzubeißen vermögen. Auch dieſe letzteren verbringen vielfach eine Periode ihrer Jugend in den äußeren Lagen des betreffenden Stammes, wobei ſie ſich allmählich durch Rinde, Baſt uſw. durchfreſſen. Die Rindenbewohner finden in ihrem Lebensmedium erheblich mehr verwertbare Nahrung als die Bewohner des inneren Holzes. Die Rindenfreſſer werden vielfach durch ihre Lebensweiſe auf eigenartigem Wege den von ihnen bewohnten lebenden Gewächſen ſchädlich. Indem ſie ringförmig um junge Äſte die Rinde und mit ihr die ſaftleitenden Bahnen durchfreſſen, bringen ſie den äußeren Teil des Aſtes zum Abſterben. Ja ſelbſt junge Bäume können auf dieſe Weiſe ganz abgetötet werden. Bei uns leben in dieſer Weiſe die Larven vieler Prachtkäfer (Bupreſtiden). Ein ſo wirkender, ſehr gefürchteter Schädling iſt der Kakaokäfer (Steirastoma depressum L.), der vor allem in den amerikaniſchen Kakaoplantagen großen Schaden anrichtet, wovon ich mich in Weſtindien ſelbſt überzeugen konnte.

Alle dieſe „Holzminierer" haben das gemeinſam, daß ſie ſich durch das Holz hindurchfreſſen. Sie bauen alſo ihre Gänge während der Nahrungsaufnahme, wenn man ſo ſagen will „unwillkürlich". Indem ſie ſich weiterfreſſen, wachſen ſie; der Gang, den ſie hinterlaſſen, iſt alſo am Anfang enger als am Ende. Mit den Mundwerkzeugen zermahlt das Tier das vor ihm liegende feſte Holz, benutzt in ſeinem Körper einen Teil davon zu ſeiner Ernährung und läßt den Reſt als „Wurmmehl" hinten zu ſeinem Körper wieder hervortreten; wie Graber ſich ausdrückt, das ganze mühſame Tun dieſer Tiere läuft darauf hinaus, „daß ſie eine Strecke Holz in Miſt verwandeln."

Die Holzminierer ſind faſt ausſchließlich Inſekten; wir haben zwar früher unter den Waſſertieren ſchon einige holzminierende Cruſtaceen und Mollusken kennen gelernt, aber unter den Landtieren kommen hier für uns nur Inſekten in Betracht. Indem ſich dieſe Tiere durch das Holz hindurchfreſſen, leben ſie oft in einer außerordentlich trocknen Umgebung, und mit ihrer Nahrung nehmen ſie kein Waſſer auf. Es iſt bekannt, daß ſolche Holzfreſſer manchmal aus ganz altem, ausgetrocknetem Holz hervorkommen. Die „Totenuhr" und andere Ptinusarten ſind Käfer, welche mit Vorliebe in ganz alten, ausgetrockneten Möbeln leben und dieſelben „wurmſtichig" machen. Mehlwürmer leben in ganz trocknem Mehl, Borkenkäfer in ganz trocknen Rinden, und das Holz, welches von Bockkäfern, Holzweſpen uſw. gebohrt wird, macht ebenfalls einen ganz trocknen Eindruck. So iſt man zu der Annahme gelangt, daß dieſe Tiere vielleicht bei der Zerlegung ihrer trocknen Nahrung bei der Verdauung eventuell das Waſſer, deſſen ſie bedürfen, ſelbſt durch einen chemiſchen Prozeß frei machen oder erzeugen. Berger, welcher dieſe Frage genauer unterſuchte,

Digitized by Google

ſtellte feſt, daß Tenebriolarven allerdings gegen Waſſerverluſt außerordentlich gut geſchützt ſind, ſo daß ſie in einem abſolut waſſerfreien Medium leben können, ohne von ihrem Waſſerbeſitz abzugeben. Aber er konnte keinerlei Stütze für die Annahme finden, daß die Tiere aus ihrer Nahrung durch Verbrennung etwa Waſſer frei machten. Im Gegenteil er fand, daß die Wachstumsvorgänge bei ihnen, wie bei den anderen Tieren, ſtets an direkte Waſſeraufnahme gebunden ſind. Und ſo können wir für unſere Holzbewohner wohl auch mit Recht annehmen, daß ihnen im Holz unter natürlichen Verhältniſſen ſtets die nötigen Waſſermengen zur Verfügung ſtehen. Im Holz wird wohl in den meiſten Fällen genügend Feuchtigkeit angeſaugt werden können, und vielleicht iſt auf den Waſſermangel die verzögerte Entwickelung der Tiere, über welche berichtet wird, zurückzuführen. Übrigens findet man in vielen Fällen beim Öffnen der Bohrgänge das Bohrmehl feucht.

Bei vielen Holzbohrern findet man den Fraßkanal hinter dem Tier ziemlich vollkommen von dem Bohrmehl ausgefüllt. Das zeigt uns, daß die aufgenommene Subſtanz zum größten Teil unausgenutzt wieder abgegeben wird. Solche Formen ſind die Holzweſpen oder die Werkholzkäfer (Totenuhr, Anobium pertinax L. u. andre Arten). Letztere bohren bekanntlich in alten Möbeln, Bilderrahmen uſw. und verurſachen an dieſen oft eine ſiebartige Durchlöcherung mit kleinen runden Öffnungen, aus denen das Bohrmehl hervorſickert. Bei den Blattminierern, welche wir oben (S. 43) beſprachen, fanden wir dagegen lange Strecken des Ganges leer, und nur hier und da fanden ſich, entſprechend der größeren Ausnutzbarkeit der Blattſubſtanz, kleine Kothäufchen. Auch bei manchen Borkenkäfern iſt die Ausnutzung eine größere; ſo hat Eſcherich nachgewieſen, daß einige Holzborkenkäfer ihren eigenen Kot noch einmal freſſen. Auf welchem eigenartigen Weg eine ganze Anzahl von Inſekten die Pflanzenſubſtanz in ſehr vollkommener Weiſe auszunutzen verſtehen, das werden wir unten (S. 66) ausführlicher zu erörtern haben. Hier ſei zunächſt die Lebensweiſe einiger Holzbohrer kurz geſchildert. Die Weibchen der Inſekten, deren Larven im Holz leben, ſind ſo gut wie immer mit einem Legebohrer verſehen, mit welchem ſie die Eier ſo tief wie möglich in die Holzſubſtanz verſenken. Meiſt genügt ſchon eine ziemlich oberflächliche Unterbringung, die jungen Larven freſſen ſich durch die weichen äußeren Lagen der Pflanze hindurch, um dann im inneren Holz ihre Hauptlebenszeit zu verbringen. Im Anfang erweitert ſich der Fraßgang raſch, entſprechend dem Wachstum des jungen Tieres, dann wird die Zunahme des Lumens eine ſehr langſame; der Gang durchzieht bei den Formen, die wir jetzt im Auge haben, z. B. holzbohrenden Schmetterlingsraupen (Weidenbohrer, Sesien), Bockkäfern, Holzweſpen, in ziemlich regelloſer Weiſe das Holz. Schließlich nähert ſich der Gang wieder der Oberfläche der Pflanze; nahe der Rinde oder in derſelben erweitert ſich nun der Gang plötzlich ſehr ſtark. Es iſt dies die Stelle, an welcher die Puppenwiege angelegt wird; das Tier verpuppt ſich an einer Stelle, an der es zwar vor den Unbilden der Witterung und vor Feinden noch gut geſchützt iſt, von der aus es aber mit Leichtigkeit in die freie Luft geraten kann, wenn der große Augenblick gekommen iſt, in welchem die Imago aus der Puppenhülle ſchlüpft.

Der Schaden, den die ſich entwickelnden Borkenkäfer dem Holz der Bäume zufügen, erhält einen beſonderen Charakter durch die Tatſache, daß der Mutterkäfer vor der Eiablage mit ſeinem ganzen Körper in die befallene Pflanze eindringt. Käfer und Larven freſſen beide an der Subſtanz der Bäume, ſo daß bald einmal die einen, bald die andern den größeren Schaden anrichten. Die Pflanzen, die befallen werden, ſind zwar in vielen Fällen durch andere Feinde ſchon geſchädigt, aber die Borkenkäfer befallen auch vollkommen geſunde Bäume und machen dieſe erſt krank.

Digitized by Google

Die Novellierung des Gewerbegesetzes, Ordnung der Lehrlings- und Arbeiterverhältnisse, ist Gegenstand unserer Beratungen. Wir sind der Ansicht, daß eine Verbesserung der Lage der Arbeiter nur durch Selbsthilfe erreicht werden kann.

Wir sind der Meinung, daß die Arbeiter sich selbst helfen müssen, und daß sie dazu Gelegenheit haben müssen. Wir sind der Meinung,

Abbildung 6 und 7 mit Text, die nur durch wenige Zeilen Text getrennt sind.

Abbildung 6 (Abb. 6 mit Text, die nur durch wenige Zeilen Text getrennt sind.) Abb. 6 Bl. 6 r. Aus Bl. 6 r. Aus Bl. 6 r. Aus

Abb. 15. Mutter- und Larvengänge des Eschenbastkäfers (Hylesinus fraxini Panz.) während der Entwickelung. Verk. ½. Orig. nach der Natur.

die sog. Muttergänge zu fressen beginnt. Zunächst nagt es nach der einen Seite, dann nach der andern Seite einen wagrechten Gang an der Grenze von Holz und Rinde. Man spricht daher von „doppelarmigen Wagegängen mit kurzer mittlerer Eingangsröhre". Sie messen 5—8 cm in der Länge.

Während die Mutter den Wagegang aushöhlt, nagt sie in ziemlich regelmäßigen Abständen oben und unten, also rechts und links von ihrem Weg kleine Löchern, die sog. Eigrübchen, in denen jedes sie je ein Ei legt. Aus den Eiern kriechen nach einiger Zeit kleine weiße fußlose Larven aus, welche alsbald selbst das Holz zu benagen beginnen. Sie fressen sich einen Weg durch bohrfeine, und da sie beim Vorwärtswandern mit der Zeit in-

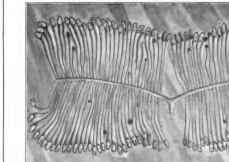


Abb. 16. Fraßgänge von Hylesinus fraxini Panz. auf der Elche. Jüngere Fraß mit Puppen in den Puppenwiegen. Orig. nach der Natur.

Digitized by Google

folge der Nahrungsaufnahme wachsen, so wird ihr Gang mit dem Fortschreiten weiter. Diese Gänge, die sog. Larvengänge, liefen senkrecht auf dem von der Mutter gemachten Muttergang; somit verlaufen sie so ziemlich parallel zueinander, und nur gegen das Ende des Ganges zu haben sie vielfach eine spindelförmige Anordnung.

Die Gänge verdicken sich an ihrem Ende keulenförmig; hier nagt sich nämlich die erwachsene Larve ihre Puppenwiege. Dieselbe dringt mit einer runden Öffnung oft ziemlich tief ins Holz ein. Wenn der Käfer aus der Puppe ausschlüpft, was im Sommer oder Herbst geschieht, so nagt er sich von seiner Puppenwiege aus ein rundes Loch direkt zur Oberfläche der Rinde. Durch dies „Flugloch“ verläßt er seine Geburtsstätte.

Abb. 27. Ausflugslöcher des Junglöcher von Hylesinus fraxini Panz. auf der Rinde einer Esche.
Orig. ½. Photographie von Forstassistenten Schreiber.

Wie aus den Abb. 25 und 26 zu sehen ist, bieten die Freßgänge je nach dem Stadium der Entwickelung ein verschiedenes Bild. Ist die Mutter noch beim Eierlegen, so sind die in ihrer Nähe befindlichen, dem Ende des Muttergangs genäherten Larvengänge noch kurz, die rückwärts von ihr gelegenen werden allmählich länger.

Ist das Brutgeschäft seinem Ende nahe, so sind alle Larvengänge annähernd gleich lang. Die Käfer verlassen ungefähr in derselben Periode ihre Puppenwiegen, und da die Bäume oft stark befallen sind, so kann es vorkommen, daß die Rinde siebartig von ihren Flugklöchern durchbohrt wird. An einem Stamm von 2 m 80 cm Länge und einem untern Umfang von 60 cm, einem oberen von 32,5 cm hat man 24000 Flugklöcher berechnet. Auf einem andern solchen fanden sich sich 202 Ausflugsöffnungen (vgl. Abb. 27). Daraus kann man sich eine Vorstellung von dem Schaden machen, den diese Tiere den Bäumen zufügen. Übrigens

Digitized by Google

Ehrenfriedersdorf, Kirche St. Christophorus, Blick nach Osten, Zustand 1908

Foto: Archiv Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Dresden

Ehrenfriedersdorf, Kirche St. Christophorus, Blick nach Osten, Zustand 2006

Foto: Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Dresden, Ref. Bau- und Kunstgeschichte, Dr. Gerhard Glaser

Ehrenfriedersdorf, Kirche St. Christophorus, Blick nach Osten, Zustand 1908 und 2006

Die Kirche St. Christophorus in Ehrenfriedersdorf wurde 1512 geweiht. Sie ist eine dreischiffige Hallenkirche mit einem Chor im Osten, Turm im Westen und Querhaus mit Apsis im Süden. Der Turm wurde 1701 errichtet. Die Kirche wurde 1908 und 1909 durch Baumeister Hugo Hartig aus Dresden umgebaut. Dabei wurden die Gewölbe und Emporen entfernt, die Fenster vergrößert und der Innenraum mit einer Flachdecke versehen. Die Kirche wurde 1945 durch Brandbomben zerstört. Nur Teile der Außenmauern sowie der Turm blieben erhalten. Der Wiederaufbau erfolgte 1951 bis 1953 durch Baumeister Hugo Hartig jun. Dabei wurden die Gewölbe nicht wieder eingebaut. Die Kirche wurde 1994 bis 1996 saniert.

Lösung eine Kristallisation des Schwefels auf, wie Abscheidung des Schwefels durch Zusatz von Säure, wobei die Kolloide ausgeflockt werden. Die Kristallisation des Schwefels ist in Abb. 1 und 2 dargestellt.

Abb. 1. Kristallisation des Schwefels in Lösung. Vergr. 1:1000.

Abb. 2. Kristallisation des Schwefels in Lösung. Vergr. 1:1000.

Man ist geneigt, Schwefelsol als Suspensoid zu betrachten, da es, wie Abb. 3 zeigt, im Ultramikroskop leuchtende Teilchen erkennen läßt. Nach Zsigmondy[1] ist es aber ein Gemisch von Suspensoid und Emulsoid, das sich durch Dialyse trennen läßt. Es ist dann ein Emulsoid übrig, das sich durch Zusatz von Elektrolyten nicht ausflocken läßt, sondern nur durch Eindampfen.

Abb. 3. Schwefelsol im Ultramikroskop. Vergr. 1:1000.

Ein Gemisch von Suspensoid und Emulsoid ist auch das Goldsol, das durch Reduktion von Goldchlorid mit Formaldehyd in Gegenwart von Gelatine hergestellt wurde. Es läßt sich durch Dialyse in Suspensoid und Emulsoid trennen. Das Suspensoid läßt sich durch Elektrolyte ausflocken, das Emulsoid nicht. Abb. 4 zeigt das Goldsol im Ultramikroskop.

Abb. 4. Goldsol im Ultramikroskop. Vergr. 1:1000.

Ein Gemisch von Suspensoid und Emulsoid ist auch das Silbersol, das durch Reduktion von Silbernitrat mit Formaldehyd in Gegenwart von Gelatine hergestellt wurde. Es läßt sich durch Dialyse in Suspensoid und Emulsoid trennen. Das Suspensoid läßt sich durch Elektrolyte ausflocken, das Emulsoid nicht. Abb. 5 zeigt das Silbersol im Ultramikroskop.

Abb. 5. Silbersol im Ultramikroskop. Vergr. 1:1000.

[1] Zsigmondy, Kolloidchemie, 3. Aufl., S. 71.

Abb. 1.10 Blick auf die Ostseite des Pantheons in Rom (Foto: Bruno Kaufmann)

Abb. 1.11 Blick in die Kuppel des Pantheons in Rom (Foto: Bruno Kaufmann)

Abb. 1.12 Grundriss des Pantheons in Rom (Foto: Bruno Kaufmann)

Abb. 1.13 Schnitt durch das Pantheon in Rom (Foto: Bruno Kaufmann)

Abb. 1.14 Schnitt durch das Pantheon in Rom (Foto: Bruno Kaufmann)

Abb. 1.15 Schnitt durch das Pantheon in Rom (Foto: Bruno Kaufmann)

Abb.

ganze Anzahl von Jahresringen hindurchbeißen muß. Gewöhnlich verzweigt sich diese Röhre nach einigem Verlauf in mehrere Äste. Wie ein solcher Muttergang aussieht, kann man also an Querschnitten durch den Stamm erkennen (vgl. Abb. 31 A u. B). Betrachtet man einen solchen Querschnitt auf der Abbildung genauer, so bemerkt man am Boden des Muttergangs dunkle Striche, Eingänge von Seitenkanälen. Was diese zu bedeuten haben, erkennt man an einem einen Muttergang längs treffenden Längsschnitt durch den Stamm. Da sieht man Seitengänge in kurzen Abständen nach oben und unten abgehen, welche dem Fraßbild das charakteristische Aussehen einer einbaumigen Leiter verschaffen. Man spricht daher von Leitergängen (Abb. 31 C, D, E).

Die Sprossen dieser Leiter sind die Larvengänge. Indem die Mutter nämlich ihre Gänge ins Holz hineinfrißt, legt sie während des Vorschreitens abwechselnd an die Ober- und Unterseite des Stollens in ausgenagte kleine Einschnen je ein Ei ab. Nun fressen die

Abb. 31. Xyleborus saxeseni Ratzeb. Bohrgänge in Fichtenholz. A u. B Muttergänge beim Bohrbeginn. C, D u. E Muttergänge. Alle Schnitte parallel der Holzfaser.
Orig. nach Photographie von Borkenkäferbohrer-Schnitzer.

ausschlüpfenden Larven in der Richtung der Holzfaser, also stets nach oben und nach unten, senkrecht vom Muttergang abgehend, ihre Larvengänge, die nur eine Länge von etwa 5 mm erreichen. Sie dienen in ihrer ganzen Ausdehnung bei der Metamorphose als Puppenwiege; dabei liegt die Puppe stets mit dem Kopf dem Muttergang zugewandt, ist aber von ihm durch eine dünne Scheidewand getrennt, welche noch durch Exkremente der Larve verstärkt wird.

Obwohl solche Käfer, wie z. B. die hier unserer Schilderung zugrunde gelegte Art, meist nicht über den Splint hinausdringen, und obwohl ihre Larven so wenig Holz fressen, sind sie doch dadurch wirtschaftlich schädlich, daß ihre Fraßgänge das Holz für seinere Arbeiten unbrauchbar machen.

Aber wie wir sahen, fressen ihre Larven, verglichen mit denjenigen der rindenbrütenden Borkenkäfer, nur minimale Quantitäten vom Holz der befallenen Bäume. Bei anderen holzbrütenden Formen fressen die Larven überhaupt keine eigenen Larvengänge. Zwar bei manchen Formen, z. B. bei Xyleborus saxeseni Ratzeb., kann man nur nicht deutlich unterscheiden, welcher Teil des erweiterten Ganges vom Muttertier und welcher von den Larven ausgefressen ist. Auch hier frißt sich nämlich, wie auf Abb. 32 A u. B erkennbar ist, das Muttertier zuerst senkrecht ins Holz hinein. Nach einer gewissen Strecke verzweigt sich die Röhre, da das Weibchen nun parallel den Jahresringen in deren weichstem Teil die eigentlichen Brutröhren ausfrißt. An deren Ende, in einer Kammerung, legt sie ihre Eier ab. Die Larven bleiben nach dem Ausschreiten in einer einheitlichen Familienhöhle beieinander, welche in der Richtung der Holzfaser, im weichen Teil des Jahresringes oft

Digitized by Google

fingerbreit wird; ihr Lumen bleibt aber im Querschnitt stets sehr eng. Die Höhle ist durch die vereinigte Fraßtätigkeit von Mutter und Larven entstanden.

Die Quantitäten von Holz, welche bei solchen Arten die Larven verzehren, können nur sehr klein sein. Nun gibt es aber Formen von holzbrütenden Borkenkäfern, bei denen es gar keinen Larvenfraß im Holz gibt. Die ganzen Gänge sind bei solchen Formen Muttergänge, und zwar sind es bei manchen Formen, wie bei Xyleborus monographus Fabr. einfache, sich gabelnde Muttergänge, oder aber es gehen von dem senkrechten Bohrloch den Jahresringen folgende Gabelgänge ab, auf denen senkrecht sekundäre Bruträhren stehen, die also ähnlich wie die Larvengänge bei den Leitergängen des Xyloterus lineatus (Oliv.) Abb. 31 verlaufen. Das ist z. B. bei Xyleborus dispar Fabr., einer in Europa und Nordamerika an Obstbäumen und Koniferen sehr schädlichen Art, der Fall. Aber an all diesen Gängen haben die Larven nicht aktiv fressend mitgebaut. Die Eier werden vom Muttertier im von ihm genagten Gang klumpenweise abgelegt; die auskriechenden Larven leben im Lumen des Gangs, ohne ihn zu erweitern, verpuppen sich da, ohne besondere Puppenwiegen anzulegen. Man kann in den Gängen nebeneinander Larven, Puppen und fertige Käfer vorfinden. Auch werden keine Fluglöcher genagt, sondern die fertigen Käfer verlassen den Bau auf demselben Weg, auf dem ihre Mutter eindrang, nämlich durch Brut- und Eingangsröhren und schließlich durch das primäre Bohrloch.

Was fressen aber alle diese Tiere, welche oft in wimmelnder Menge den Bau bevölkern? Wenn der holzbrütende Borkenkäfer in einen Baum eindringt, so rieselt aus dem Bohrloch weißes Holzmehl heraus, ein Zeichen, daß hier im Holze selbst gearbeitet wird, während bei den rindenbrütenden Formen braunes Holzmehl zum Vorschein kommt. Wenn wir aber das Holz durchschneiden, und den mit Brut besetzten Gang untersuchen, so ist er auffallend schwarz und sieht aus, als wäre er mit einer glühenden Nadel ins Holz gebrannt.

Es überzieht nämlich eine schwarzbraune Kruste die Innenwand der Gänge. Man glaubte, deren Masse früher auf Ausschwitzung von Säften des Holzes zurückführen zu müssen, und Schmidberger, welcher sie schon 1836 entdeckte, glaubte, daß sie von den Mutterkäfern zur Nahrung für die Larven verarbeitet werde, und nannte sie Ambrosia. Th. Hartig konnte 1844 feststellen, daß der braune Überzug der Gangwand ursprünglich weiß ist, und daß er aus einem Pilzrasen bestehe, der sich im Lauf der Entwicklung schwarz und braun verfärbe. Erst in neuerer Zeit hat man begonnen, diesen interessanten Tatsachen wieder mehr Aufmerksamkeit zu schenken, und es hat sich folgendes feststellen lassen.

Hubbard und Neger, ersterer in Nordamerika, letzterer in Deutschland, haben gefunden, daß die sog. Ambrosiapilze tatsächlich regelmäßig in den Gängen gewisser holzbrütender Borkenkäfer vorkommen. Und zwar handelt es sich um verschiedene Arten von Pilzen, welche jeweils mit den Käferarten in einem engeren Verhältnis stehen. So findet sich in den Gängen von Xyloterus saxeseni Ratzeb. stets derselbe Pilz, einerlei, in welcher der zahlreichen Arten von Laubbäumen, die dieser Käfer befällt, er gerade vorkommt. In den Gängen anderer Käferarten finden sich jedoch andere Pilze.

Sie alle zeichnen sich aber durch eigenartige Bildungen am Mycel aus. Und zwar finden wir bei verschiedenen Käfern verschieden ausgebildete Pilze: bei all jenen mit primitiv entwickelter Brutpflege finden wir andere Bildungen an den Pilzen als bei jenen mit komplizierterer Brutpflege. Also z. B. bei Xyloterus saxeseni Ratzeb. finden wir in jenen eigentümlichen, weiten Brutkammern, in denen die sämtlichen Larven zusammenleben und fressen, am Pilzgeflecht aufrechtstehende Fäden, an deren Ende oder an deren Verzweigungen

Digitized by Google

Kochsalzlösung (0,9 %) oder Ringer-Lösung. Nach 24 h und 48 h Bebrütung bei 37 °C werden Makroskopie und Mikroskopie durchgeführt. Bei der makroskopischen Beurteilung werden Form, Größe und Farbe der Kolonien beschrieben. Bei der mikroskopischen Beurteilung werden Gramfärbung, Zellform und Zellanordnung beschrieben. Die Ergebnisse werden in Tabellenform dargestellt.

Abb. 1: Kolonien von Staphylococcus aureus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, glänzend und haben einen Durchmesser von 2–3 mm. Sie sind goldgelb pigmentiert und zeigen eine deutliche Hämolyse (Aufhellung) des umgebenden Blutagars.

Abb. 2: Kolonien von Escherichia coli auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 3: Kolonien von Pseudomonas aeruginosa auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind flach, unregelmäßig begrenzt, grünlich-gelb pigmentiert und haben einen Durchmesser von 4–5 mm. Sie zeigen eine deutliche Hämolyse des umgebenden Blutagars.

Abb. 4: Kolonien von Streptococcus pneumoniae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, glänzend und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Sie zeigen eine deutliche Hämolyse (Aufhellung) des umgebenden Blutagars.

Abb. 5: Kolonien von Enterococcus faecalis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, glänzend und haben einen Durchmesser von 2–3 mm. Sie zeigen eine deutliche Hämolyse (Aufhellung) des umgebenden Blutagars.

Abb. 6: Kolonien von Klebsiella pneumoniae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, schleimig und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 7: Kolonien von Proteus mirabilis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind flach, unregelmäßig begrenzt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 4–5 mm. Sie zeigen eine deutliche Hämolyse des umgebenden Blutagars.

Abb. 8: Kolonien von Candida albicans auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, cremefarben und haben einen Durchmesser von 2–3 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 9: Kolonien von Staphylococcus epidermidis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 10: Kolonien von Streptococcus agalactiae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, glänzend und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Sie zeigen eine deutliche Hämolyse (Aufhellung) des umgebenden Blutagars.

Abb. 11: Kolonien von Enterobacter cloacae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 12: Kolonien von Serratia marcescens auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, rot pigmentiert und haben einen Durchmesser von 2–3 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 13: Kolonien von Citrobacter freundii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 14: Kolonien von Morganella morganii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind flach, unregelmäßig begrenzt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 4–5 mm. Sie zeigen eine deutliche Hämolyse des umgebenden Blutagars.

Abb. 15: Kolonien von Providencia stuartii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 16: Kolonien von Acinetobacter baumannii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 17: Kolonien von Stenotrophomonas maltophilia auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 18: Kolonien von Haemophilus influenzae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 19: Kolonien von Moraxella catarrhalis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 20: Kolonien von Neisseria meningitidis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 21: Kolonien von Neisseria gonorrhoeae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 22: Kolonien von Bacillus cereus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind flach, unregelmäßig begrenzt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 4–5 mm. Sie zeigen eine deutliche Hämolyse des umgebenden Blutagars.

Abb. 23: Kolonien von Clostridium perfringens auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 2–3 mm. Sie zeigen eine deutliche Hämolyse (Aufhellung) des umgebenden Blutagars.

Abb. 24: Kolonien von Clostridium tetani auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 2–3 mm. Sie zeigen eine deutliche Hämolyse (Aufhellung) des umgebenden Blutagars.

Abb. 25: Kolonien von Clostridium difficile auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 2–3 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 26: Kolonien von Mycobacterium tuberculosis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 27: Kolonien von Mycobacterium avium auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 28: Kolonien von Mycobacterium leprae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 29: Kolonien von Treponema pallidum auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 30: Kolonien von Borrelia burgdorferi auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 31: Kolonien von Leptospira interrogans auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 32: Kolonien von Rickettsia prowazekii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 33: Kolonien von Chlamydia trachomatis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 34: Kolonien von Chlamydia pneumoniae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 35: Kolonien von Mycoplasma pneumoniae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 36: Kolonien von Ureaplasma urealyticum auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 37: Kolonien von Legionella pneumophila auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 38: Kolonien von Bordetella pertussis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 39: Kolonien von Francisella tularensis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 40: Kolonien von Yersinia pestis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 41: Kolonien von Brucella melitensis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 42: Kolonien von Vibrio cholerae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 43: Kolonien von Campylobacter jejuni auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 44: Kolonien von Helicobacter pylori auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 45: Kolonien von Salmonella enterica auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 46: Kolonien von Shigella dysenteriae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 47: Kolonien von Yersinia enterocolitica auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 48: Kolonien von Aeromonas hydrophila auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 49: Kolonien von Plesiomonas shigelloides auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 50: Kolonien von Vibrio parahaemolyticus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 51: Kolonien von Vibrio vulnificus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 52: Kolonien von Vibrio fluvialis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 53: Kolonien von Vibrio mimicus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 54: Kolonien von Vibrio hollisae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 55: Kolonien von Vibrio metschnikovii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 56: Kolonien von Vibrio damsela auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 57: Kolonien von Vibrio furnissii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 58: Kolonien von Vibrio alginolyticus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 59: Kolonien von Vibrio cholerae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 60: Kolonien von Campylobacter jejuni auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 61: Kolonien von Helicobacter pylori auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 62: Kolonien von Salmonella enterica auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 63: Kolonien von Shigella dysenteriae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 64: Kolonien von Yersinia enterocolitica auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 65: Kolonien von Aeromonas hydrophila auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 66: Kolonien von Plesiomonas shigelloides auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 67: Kolonien von Vibrio parahaemolyticus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 68: Kolonien von Vibrio vulnificus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 69: Kolonien von Vibrio fluvialis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 70: Kolonien von Vibrio mimicus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 71: Kolonien von Vibrio hollisae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 72: Kolonien von Vibrio metschnikovii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 73: Kolonien von Vibrio damsela auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 74: Kolonien von Vibrio furnissii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 75: Kolonien von Vibrio alginolyticus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 76: Kolonien von Vibrio cholerae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 77: Kolonien von Campylobacter jejuni auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 78: Kolonien von Helicobacter pylori auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 79: Kolonien von Salmonella enterica auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 80: Kolonien von Shigella dysenteriae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 81: Kolonien von Yersinia enterocolitica auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 82: Kolonien von Aeromonas hydrophila auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 83: Kolonien von Plesiomonas shigelloides auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 84: Kolonien von Vibrio parahaemolyticus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 85: Kolonien von Vibrio vulnificus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 86: Kolonien von Vibrio fluvialis auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 87: Kolonien von Vibrio mimicus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 88: Kolonien von Vibrio hollisae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 89: Kolonien von Vibrio metschnikovii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 90: Kolonien von Vibrio damsela auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 91: Kolonien von Vibrio furnissii auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 92: Kolonien von Vibrio alginolyticus auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 93: Kolonien von Vibrio cholerae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 94: Kolonien von Campylobacter jejuni auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 95: Kolonien von Helicobacter pylori auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 1–2 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 96: Kolonien von Salmonella enterica auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 97: Kolonien von Shigella dysenteriae auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 98: Kolonien von Yersinia enterocolitica auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 99: Kolonien von Aeromonas hydrophila auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Abb. 100: Kolonien von Plesiomonas shigelloides auf Columbia-Blutagar nach 24 h Bebrütung bei 37 °C. Die Kolonien sind rund, glatt, grau-weiß und haben einen Durchmesser von 3–4 mm. Eine Hämolyse ist nicht zu erkennen.

Hubbard hatte angegeben, daß der Mutterkäfer Myzel des Pilzes auf sorgfältig angelegte Beete aus Holzbohrmehl bringe, wo er sie noch mit dem Kot der Larven dünge. Ob bei amerikanischen Arten etwas Derartiges vorkommt, muß dahingestellt bleiben. Die Tatsachen, welche Neger bei den europäischen fand, stimmen nicht zu diesen Angaben. Dieser konnte nämlich feststellen, daß stets die Ambrosia tragenden Pilzfäden tief ins Holz der Grenzwand eindrangen und bis in die Tracheiden (bzw. Gefäße) des Splintes reichten. So kann also der Pilz aus einem weiten Umkreis Stoffe in seine Gewebe konzentrieren, und es erscheint diese Methode der Ernährung des Pilzes viel einleuchtender als die von Hubbard angenommene. Denn man vermöchte nicht einzusehen, wie die Holzsubstanz im Darm der Larve stickstoffreicher geworden wäre, um dem Pilz den geeigneten Dung zu bieten.

Hubbard hat übrigens sehr komplizierte Vorgänge der Brutfütterung beschrieben. So soll der Mutterkäfer bei Monarthrum mali Fitch in den Eingang der Puppenwiegen immer wieder Pfropfen von Myzel des Ambrosiapilzes stopfen, die von der Larve durchfressen werden. Letztere entleeren ihre Exkremente in den Muttergang, aus dem ihn die unablässig sorgende und schaffende Mutter durch das Bohrloch hinausschaffe.

Die Pilze sind nach den letzten Arbeiten Negers Endomycesarten. Es sind das Pilze, welche in totem oder absterbendem Holz auch sonst vorkommen; sie bedürfen zu ihrem Fortkommen eines mittleren Grades von Feuchtigkeit, gedeihen am besten im nicht saftleitenden, aber auch im nicht trocknen Holz. So verstehen wir, daß die betreffenden Käfer wohl vorwiegend an absterbenden und kranken Bäumen vorkommen, daß sie aber stets nur frisches Holz anbohren, daß sie auf die Splintregion, in welcher Saftleitung stattfindet, beschränkt sind usw. Die Pilze können in künstlichen Reinkulturen gezüchtet werden und vergären die Nährlösungen zu Fruchtestern. Auch im Brutgang sind sie zunächst in Reinkultur vorhanden; da aber die Mutterkäfer die Gewohnheit haben, das Bohrmehl beim Weiterbauen aus den primären Bohrlöchern herauszuscharren so stehen die Pilzkulturen in einer stets offen erhaltenen Verbindung mit der Außenwelt. Diese ist auch im Interesse der aërobiontischen (sauerstoffbedürftigen) Ambrosiapilze notwendig. Aber sie ist auch eine Ursache der Verunreinigung der Pilzrasen, die man in weiter vorgeschrittenen Stadien stets mit Pilzen, Hefe- und Bakterienarten infiziert findet.

Wir erwähnten vorhin, daß die Pilze tatsächlich jeweils durch den Käfer in den Brutgang ausgesät werden. Aber nach Negers Auffassung geschieht diese Aussaat ohne aktives Zutun des Käfers. Allerdings seine Annahme, daß sich der junge Käfer beim Verlassen des Ganges mit Conidien des Pilzes beklebe, die er beim Einbohren im neuen Stamm abstreife, hat sich nicht bestätigt. Denn die Conidien im Muttergang haben nichts mit dem Ambrosiapilz zu tun, sondern gehören zu jenen „Unkräutern", den als Verunreinigung des Pilzrasens auftretenden Ceratostomellaarten. Schneider-Orelli hat aber neuerdings nachgewiesen, daß bei Xyleborus dispar Fabr. die überwinternden Weibchen (nicht die Männchen) dickwandige Ambrosiazellen in ihrem Darm, und zwar in der Mitteldarmregion um den Kaumagen herum aufbewahren. Nach seinen Versuchen keimen diese Ambrosiazellen leicht aus, was sie ja ohne Passage durch den Darm des Käfers nicht tun. Schneider-Orelli nimmt an, daß die Ambrosiazellen im neuen Gang ausgespien werden und so den Anlaß zur neuen Vegetation geben. Neger meint, sie würden, wenn der Käfer Holz zu fressen beginnt, mit den Faeces entleert, was auch mir das wahrscheinlichere zu sein scheint. Neger hat übrigens in jungen Rasen die gekeimten Dauerzellen direkt nachgewiesen.

Bei manchen Formen, wie bei dem in Orangenbäumen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika häufigen Xyleborus pubescens Zimm. und ähnlich bei unserem X. saxeseni Ratzeb., hat man in den Fraßgängen ganze Kolonien von erwachsenen und auf ver-

Digitized by Google

ſchiedenen Entwicklungsſtadien befindlichen Tieren beieinander gefunden. Die Eientwicklung dauert bei ſolchen Formen etwa eine Woche, und in einem Monat von der Eiablage aus gerechnet ſind ſchon fertige Käfer da. Es iſt dann in der Kolonie ein Muttertier mit 15—20 erwachſenen Nachkommen beiſammen. Letztere ſind faſt alle Weibchen, nur 1—2 ſind Männchen. Dieſe befruchten ihre Schweſtern in den Galerien, und es kann im alten Heim zu einer zweiten Generation kommen. Meiſt aber wandern die Weibchen aus und laſſen die Männchen zurück. Letztere können, da ſie zu wenig an Zahl ſind, das Wachstum der verſchiedenen in den Gängen wachſenden Pilze nicht im Zaum halten und erſticken, wenn ſie nicht auch auswandern. In der Regel fängt man im Freien nur Weibchen und nur ſelten eines der ſchwachen, flügelloſen Männchen. Dieſe können unter Umſtänden ſich auch in ganzen Kolonien von Hageſtolzen in den Galerien verſammeln, wo ſie durch vereinte Tätigkeit das Wachstum der Pilze aufhalten. Dann findet man ihrer 50—60 in den Röhren, dicht zuſammengepackt.

Für die verſchiedenſten Formen unter den Ambroſiafreſſern wird angegeben, daß eine Kolonie unter günſtigen Bedingungen zwei bis drei Generationen als einheitliche Familie im gleichen Gangſyſtem lebt. Es liegen alſo hier Zuſtände vor, welche an primitive Anfänge von Staatenbildung erinnern.

Bei uns ſind die Ambroſia züchtenden Borkenkäfer nicht allzu artenreich, Xyleborusarten (X. dispar F., saxeseni Ratz., cryptographus Ratz., dryographus Ratz., monographus Fabr.) und Xyloterusarten (X. lineatus Ol., domesticus L. u. a.), welche in Obſtbäumen und anderen Laubhölzern ſowie in Nadelbäumen vorkommen. Wie überhaupt die Borkenkäfer, ſo ſind auch Pilzzüchter in den Tropen der alten und neuen Welt weit verbreitet. Und zwar richten ſie überall Schaden an, vor allem an Nutzpflanzen. So hat Hubbard aus Nordamerika ſpeziell Formen aus dem Orangenbaum und aus dem Zuckerrohr, beſchrieben, Reger hat eine ganze Reihe von Befunden aus wichtigen tropiſchen Nutzpflanzen zuſammengeſtellt. So wurde in den Kautſchukpflanzen Hevea brasiliensis aus Ceylon Xyleborus cognatus, in Castilloa elastica. aus Zentralamerika X. spathipennis Eich. nachgewieſen; Xyleborus fornicatus Eich. richtet mit ſeinen Fraßgängen in den Teeſträuchern der Pflanzungen Ceylons erheblichen Schaden an. In Kakaobäumen aus Guatemala, in Kaffee aus Java, Tonkin, Oſtafrika finden ſich Xyleborusarten; die ſehr ſchädliche Art in Kaffee heißt X. coffeae Wurth. Auch in Akazien, Fikusarten uſw. wurden ſolche Borkenkäfer mit ihren Ambroſiapilzzuchten nachgewieſen, welche durch ihre Fraßgänge und durch die Holzfäule, die der Pilz verurſacht, in tropiſchen Forſten und Plantagen erhebliche Verluſte verurſachen können.

Sehr intereſſant iſt die Tatſache, daß nur die im nährſtoffarmen Holz freſſenden Käfer Pilze züchten, nicht die in der reicheren Rinde und vor allem nicht die, welche in den reſerveſtoffbeladenen Samen brüten, wie Coccotrypes dactyliperda in Datteln und Arekanüſſen, Stephanoderes Coffeae in Kaffeebohnen (Afrika) uſw. So geht klar hervor, daß die Pilzzucht eine Anpaſſung an das nährſtoffarme Subſtrat darſtellt.

Auch ſonſt ſpielen vielfach in der Natur Pilze die Rolle der Vermittler, welche aus relativ nährſtoffarmem Subſtrat Stoffe akkumulieren, die Tieren zur Nahrung dienen. So hat wiederum Reger beobachtet, daß die Larven der Cecidomyien — (Gallfliegen) — gattung Asphondylia ſich von Pilzen (Macrophoma sp.) ernähren, welche die inneren Hohlräume der von den Fliegen auf Capparis (nach Beccari), auf Sarothamnus, Verbascum, Scrophularia, Coronilla uſw. erzeugten Gallen auskleiden. Hier müßte nach Reger der Pilzkeim wohl beim Stich dem Ei der Gallmücke mitgegeben werden, da der ebenfalls ambroſiaähn-

Digitized by Google

Mr. Thomas Meehan's Discovery of a Fossil Tree in the Cretaceous Rocks of Kansas.—Mr. Meehan writes from Philadelphia, Pa., under date of Jan. 15th, 1870:

"I have just received a letter from Mr. Wm. Bowman, of Leavenworth, Kansas, in which he says that he has found a fossil tree in the cretaceous rocks of Kansas, and that he has sent me a piece of it. I have not yet received the piece, but I have received a letter from Mr. Bowman

Abb. 1. Lebendes Exemplar von *Cyclophorus perdix* (Pfeiffer) aus Java. Gehäuse-Durchmesser 30 mm, Höhe 15 mm. Sammlung Dr. Kobelt, Schwanheim. Photo: Dr. Kobelt.

Abb. 2. Lebendes Exemplar von *Cyclophorus perdix* (Pfeiffer) aus Java. Gehäuse-Durchmesser 30 mm, Höhe 15 mm. Sammlung Dr. Kobelt, Schwanheim. Photo: Dr. Kobelt.

St. Knoll and Mill Creek Canyon, Sec. 29, T.17S., R.4E., Kaibab Nat. For. Rocky slopes in canyon. 1 small shrub, 1.5 m. tall, 1 cm. diam. at base, 3 stems; bark of stems smooth, light brown, with numerous lenticels; twigs glabrous, light brown, with numerous lenticels; leaves opposite, pinnately compound, 3-5 cm. long, 3-5 cm. wide, with 3 leaflets; petiole 1-2 cm. long, glabrous; leaflets ovate, 2-3 cm. long, 1-2 cm. wide, glabrous, margin finely serrate, apex acuminate, base cuneate; inflorescence a terminal panicle, 5-8 cm. long, 3-5 cm. wide; flowers white, 5-merous, 1 cm. long; calyx lobes ovate, 3 mm. long, 2 mm. wide, glabrous; petals oblong, 1 cm. long, 3 mm. wide, glabrous; stamens 5, 1 cm. long; anthers 2 mm. long; ovary 3-lobed, 3 mm. long, glabrous; style 1 cm. long; stigma 3-lobed; fruit a 3-lobed capsule, 2-3 cm. long, 2-3 cm. wide, glabrous, light brown, with numerous lenticels; seeds 3 per fruit, 1 cm. long, 1 cm. wide, brown, smooth, shiny.

grow a thick coat of fur in the winter. Their ears are small and their tails are short and bushy. Their feet are broad and have long claws. They are good swimmers and can run very fast. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain.

Woodchucks are also called ground hogs. They are about two feet long and have short legs. They are brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called marmots.

Squirrels are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in trees and eat nuts, seeds, and fruit. They are good swimmers and can run very fast. They are also called chipmunks.

Rabbits are small animals with long ears and short tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called hares.

Mice are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called rats.

Moles are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called shrews.

Bats are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in trees and eat nuts, seeds, and fruit. They are good swimmers and can run very fast. They are also called flying foxes.

Foxes are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called wolves.

Wolves are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called foxes.

Bears are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called wolves.

Lions are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called tigers.

Tigers are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called lions.

Elephants are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called rhinoceroses.

Rhinoceroses are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called elephants.

Giraffes are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called camels.

Camels are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called giraffes.

Kangaroos are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called wallabies.

Wallabies are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called kangaroos.

Koalas are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called pandas.

Pandas are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called koalas.

Sloths are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called armadillos.

Armadillos are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called sloths.

Anteaters are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called pangolins.

Pangolins are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called anteaters.

Aardvarks are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called aardwolves.

Aardwolves are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called aardvarks.

Platypuses are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called echidnas.

Echidnas are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called platypuses.

Opossums are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called marsupials.

Marsupials are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called opossums.

Kangaroo rats are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called jerboas.

Jerboas are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called kangaroo rats.

Pocket mice are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called dormice.

Dormice are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called pocket mice.

Hamsters are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called gerbils.

Gerbils are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called hamsters.

Guinea pigs are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called cavies.

Cavies are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called guinea pigs.

Porcupines are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called hedgehogs.

Hedgehogs are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called porcupines.

Beavers are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called otters.

Otters are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called beavers.

Muskrats are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called minks.

Minks are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called muskrats.

Weasels are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called ferrets.

Ferrets are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called weasels.

Skunks are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called polecats.

Polecats are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called skunks.

Badgers are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called wolverines.

Wolverines are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called badgers.

Raccoons are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called coatis.

Coatis are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called raccoons.

Ringtails are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called cacomistles.

Cacomistles are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called ringtails.

Civets are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called genets.

Genets are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called civets.

Mongooses are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called meerkats.

Meerkats are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called mongooses.

Aardwolves are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called aardvarks.

Aardvarks are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called aardwolves.

Pangolins are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called anteaters.

Anteaters are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called pangolins.

Armadillos are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called sloths.

Sloths are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called armadillos.

Pandas are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called koalas.

Koalas are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called pandas.

Wallabies are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called kangaroos.

Kangaroos are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called wallabies.

Camels are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called giraffes.

Giraffes are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called camels.

Rhinoceroses are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called elephants.

Elephants are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called rhinoceroses.

Tigers are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called lions.

Lions are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called tigers.

Bears are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called wolves.

Wolves are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called foxes.

Foxes are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called wolves.

Bats are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in trees and eat nuts, seeds, and fruit. They are good swimmers and can run very fast. They are also called flying foxes.

Moles are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called shrews.

Mice are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called rats.

Rabbits are small animals with long ears and short tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called hares.

Squirrels are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in trees and eat nuts, seeds, and fruit. They are good swimmers and can run very fast. They are also called chipmunks.

Woodchucks are also called ground hogs. They are about two feet long and have short legs. They are brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called marmots.

Beavers are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called otters.

Otters are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called beavers.

Muskrats are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called minks.

Minks are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called muskrats.

Weasels are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called ferrets.

Ferrets are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called weasels.

Skunks are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called polecats.

Polecats are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called skunks.

Badgers are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called wolverines.

Wolverines are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called badgers.

Raccoons are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called coatis.

Coatis are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called raccoons.

Ringtails are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called cacomistles.

Cacomistles are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called ringtails.

Civets are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called genets.

Genets are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called civets.

Mongooses are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called meerkats.

Meerkats are small animals with long tails. They are gray or brown in color and have a thick coat of fur. They live in holes in the ground and eat roots, grass, and grain. They are good swimmers and can run very fast. They are also called mongooses.

gathered in the Pleiades, Hyades, Praesepe, Coma Berenices, Perseus, Scutum Sobieski, Sagittarius, Ophiuchus, Cygnus, Cassiopeia, Auriga, Orion, Canis Major, Argo, Crux, Centaurus, Ara, Corona Australis, Scorpio, Lupus, Norma, Triangulum Australe, Musca, Apus, Octans, Hydrus, Tucana, Grus, Pegasus, Andromeda, Perseus, Cassiopeia, Cepheus, Lacerta, Cygnus, Aquila, Sagitta, Vulpecula, Delphinus, Equuleus, Pegasus, Aquarius, Capricornus, Sagittarius, Ophiuchus, Scorpio, Ara, Corona Australis, Telescopium, Corona Borealis, Hercules, Lyra, Draco, Ursa Major, Ursa Minor, Cepheus, Cassiopeia, Perseus, Auriga, Gemini, Taurus, Orion, Lepus, Columba, Puppis, Vela, Carina, Crux, Centaurus, Lupus, Circinus, Triangulum Australe, Pavo, Indus, Chamaeleon, Volans, Carina, Puppis, Monoceros, Canis Major, Canis Minor, Hydra, Crater, Corvus, Leo, Virgo, Coma Berenices, Canes Venatici, Bootes, Ursa Major, Ursa Minor, Draco

Sept. 8. Sunday. Arr. at Ch. 8 A.M. Rain. Prof. Bonney's sermon. Ch. 3 P.M. Evening Service. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 9. Monday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 10. Tuesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 11. Wednesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 12. Thursday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 13. Friday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 14. Saturday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 15. Sunday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 16. Monday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 17. Tuesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 18. Wednesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 19. Thursday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 20. Friday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 21. Saturday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 22. Sunday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 23. Monday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 24. Tuesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 25. Wednesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 26. Thursday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 27. Friday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 28. Saturday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 29. Sunday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 30. Monday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 8. Sunday. Arr. at Ch. 8 A.M. Rain. Prof. Bonney's sermon. Ch. 3 P.M. Evening Service. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 9. Monday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 10. Tuesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 11. Wednesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 12. Thursday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 13. Friday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 14. Saturday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 15. Sunday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 16. Monday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 17. Tuesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 18. Wednesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 19. Thursday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 20. Friday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 21. Saturday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 22. Sunday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 23. Monday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 24. Tuesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 25. Wednesday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 26. Thursday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 27. Friday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 28. Saturday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 29. Sunday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Sept. 30. Monday. Rain. Mr. Gardiner & Mr. Bonney left us. Mr. Gardiner's sermon. Ch. 7 P.M. Rain. Mr. Gardiner's sermon. Mr. Gardiner dined with us.

Valve broadly elliptic-lanceolate, ends broadly rounded. Raphe system filiform, external proximal raphe ends with a very slight curve to the dorsal side. Central nodule small, transversely elliptic. Striae radiate throughout, 16–18 in 10 μm. Areolae small, 30–34 in 10 μm, rounded, occluded by hymenate hymenes.

Frustule in girdle view rectangular. Girdle bands open, with numerous rows of areolae.

Dimensions: Length 20–30 μm, breadth 10–12 μm.

Habitat: Marine, Java Sea, Indonesia.

Distribution: Java Sea, Indonesia.

Fig. 1. *Navicula hymenata* sp. nov. Holotype. Scale bar = 10 μm.

Fig. 2. *Navicula hymenata* sp. nov. Paratype. Scale bar = 10 μm.

Fig. 3. *Navicula hymenata* sp. nov. Girdle view. Scale bar = 10 μm.

Fig. 4. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve interior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 5. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 6. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 7. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 8. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 9. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 10. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 11. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 12. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 13. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 14. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 15. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 16. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 17. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 18. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 19. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 20. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 21. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 22. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 23. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 24. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 25. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 26. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 27. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 28. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 29. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 30. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 31. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 32. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 33. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 34. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 35. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 36. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 37. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 38. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 39. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 40. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 41. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 42. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 43. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 44. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 45. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 46. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 47. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 48. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 49. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 50. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 51. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 52. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 53. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 54. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 55. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 56. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 57. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 58. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 59. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 60. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 61. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 62. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 63. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 64. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 65. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 66. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 67. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 68. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 69. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 70. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 71. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 72. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 73. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 74. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 75. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 76. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 77. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 78. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 79. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 80. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 81. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 82. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 83. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 84. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 85. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 86. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 87. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 88. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 89. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 90. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 91. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 92. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 93. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 94. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 95. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 96. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 97. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 98. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 99. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

Fig. 100. *Navicula hymenata* sp. nov. Valve exterior. Scale bar = 10 μm.

handelten, haben wir auch bei den Fruchtfressern mit wenig wählerischen Formen und mit Spezialisten zu tun.

Ferner müssen wir zwischen den eigentlichen Fruchtfressern und den Fruchtparasiten unterscheiden. Bei letzteren werden wir vorwiegend die streng beschränkten Spezialisten zu erwähnen haben.

Denn die meisten typischen Fruchtfresser nehmen alle möglichen ähnlich schmeckenden Früchte als Nahrung; wie wir aber schon wiederholt erwähnt haben, sind sie vielfach auch darauf angewiesen, andere Pflanzenteile zu fressen, auch Wurzeln, Zwiebeln, ja sehr häufig sind sie im weiteren Sinn omnivor, indem sie gleichzeitig Insekten, Vogeleier, Bienenhonig, kleine Tiere usw. als Nahrung verwenden. Gerade bei den Tieren, welche die nährstoffreichen Früchte der Pflanzen fressen, scheint ein Übergang zu gemischter Kost oder vorwiegender Fleischnahrung relativ leicht sich zu vollziehen.

Wir sprechen hier von den Früchten der Pflanzen im weitesten Sinne, indem wir unter diesem Ausdruck, wie es in der Botanik üblich ist, die verschiedenen Hüllen verstehen, von denen die Samen eingeschlossen sind, einerlei ob sie weich oder hart, saftig oder trocken, groß oder klein sind. Wir wollen in diesem Zusammenhang auch die Samenfresser mit behandeln.

Zunächst also einiges von den eigentlichen Früchtefressern, also denjenigen Tieren, welche die weichen, saftigen, an Nährstoffen reichen Hüllen der Samen bevorzugen. Besondere Produkte, ätherische Öle, Glukoside, Zuckerarten, Säuren usw. geben den Früchten einen besonderen Geschmack und Geruch, welcher sie für die Tiere anziehend oder widerlich macht. Ihr hoher Wassergehalt löscht in vielen Fällen gleichzeitig den Durst.

Unter den niederen Tieren sind es vor allem die Schnecken und Insekten, welche Früchte fressen. Bei weitem die meisten von ihnen nehmen in unseren Klimaten Früchte nur als gelegentlichen Teil ihrer Nahrung zu sich; das ist schon dadurch bedingt, daß es nur in einem kleinen Teil des Jahres bei uns Früchte gibt. Wir alle wissen, daß unsere omnivoren Schnecken Erdbeeren und andere Früchte vom Stock wegfressen, und daß sie an allem möglichen vom Baum gefallenen Obst zu finden sind. Ebenso gehen viele Käfer, Heuschrecken, vor allem aber Ameisen, Wespen, Bienen dem zuckerhaltigen Saft der Früchte nach. In den Tropen gibt es wohl mehr fruchtfressende Spezialisten.

Unter den Reptilien sind viele Schildkröten, Varane, auch Eidechsen als gelegentliche Fruchtfresser zu nennen. Manche Varane ernähren sich fast ausschließlich von Früchten, und auch von unsern europäischen Eidechsen, wie z. B. Lacerta muralis, ist es bekannt, daß sie sehr gerne an den Beeren der Weintrauben naschen.

Bei den Vögeln und Säugetieren erreichen die Anpassungen an die Fruchtnahrung eine hohe Entwicklung. Wir haben die fruchtfressenden Säugetiere schon oben (S. 49) mit denjenigen zusammen behandelt, welche grüne Pflanzenteile vertilgen. Die meisten fruchtfressenden Säugetiere sind nämlich keine Spezialisten, sondern fressen auch andere Pflanzenteile und selbst Insekten und andere Tiere. Nur die fruchtfressenden Fledermäuse machen eine Ausnahme; wir haben sie aber doch im Zusammenhang mit den andern Säugetieren oben S. 55 besprochen und werden sie später noch einmal zu erwähnen haben.

So bleiben uns denn hier nur die Vögel übrig, die eine Anzahl von Fällen hoher Spezialisation aufweisen. Auch hier gibt es ja viele omnivore Formen, welche eine mehr oder minder gemischte Nahrung zu sich nehmen. Wir alle wissen, daß unsere körnerfressenden Singvögel vielfach grüne Pflanzenteile, Früchte, selbst Fleisch, Fett, Insekten usw. gelegentlich als Beimischung zu ihrer Nahrung annehmen. Das ist nach den Arten sehr verschieden.

Digitized by Google

Und ſo gibt es Formen, welche ſehr ſtreng auf eine beſtimmte Nahrung angewieſen ſind. Wir können in der Hauptſache drei Gruppen unter den mehr ſpezialiſierten Fruchtfreſſern unterſcheiden. Das ſind 1. die Obſtfreſſer, 2. die Nußfreſſer und 3. die Körnerfreſſer, welch letztere beiden Gruppen wir auch unter der Bezeichnung „Samenfreſſer" zuſammenfaſſen können.

Die Obſtfreſſer ſind Formen, welche ſich von ſaftigen Früchten ernähren. Selbſtverſtändlich ſind ſolche vorwiegend in warmen Klimaten, beſonders den Tropen, verbreitet. Da gibt es ihrer ſehr viele. Ich will von ihnen nur einige beſonders bemerkenswerte Familien nennen, ſo die ſüdamerikaniſchen Trogons, die Nashornvögel, Tukane, Kapitonen, gewiſſe Gattungen der Tauben. Auch viele Papageien freſſen Früchte. Ferner ſind die ſüdamerikaniſchen Schmuckraken (Ampeliden) nicht zu vergeſſen, zu denen der Kapuzinervogel (Cephalopterus calvus), der Schirmvogel (C. ornatus), die Glockenvögel (Chasmorhynchus nudicollis u. a.), die Klippenvögel (Rupicola crocea) und die Kotingas (Ampelis cinctus u. a.) gehören, die alle im Urwald reichlich Beeren und Früchte finden, doch zum Teil gelegentlich Inſekten nicht verſchmähen ſollen. Von den Kotingas wird ſogar angegeben, daß ihr Fett und ihre Eingeweide von dem Saft der Beeren und Früchte, die ſie freſſen, eine oft eigenartige Färbung annähme. Unter unſeren einheimiſchen Vögeln ſind vor allem als Beerenfreſſer zu nennen: Droſſeln, Stare, Seidenſchwanz. Früchte, welche von den einheimiſchen Vögeln beſonders begehrt werden, ſind die vom grünen Laub lebhaft abſtechenden roten Erdbeeren, Himbeeren, Johannisbeeren, Vogelbeeren, Kirſchen, Berberitzen, Hirſchholder (Sambucus racemosa) und die vom gelben herbſtlich verfärbten Geſträuch ſtark abſtechenden ſchwarzen Beeren von Ampelopsis hederacea, des Hartriegels, der Schlehe, ferner die verſchiedenen Heidelbeeren, Taubeeren uſw. Einige Pflanzen haben auch ſchneeweiß gefärbte Beeren. Alle dieſe Früchte ſind weithin ſichtbar und locken die Vögel heran. Beſonders im Herbſt und Winter kann man an den lange ſich erhaltenden Vogelbeeren der Eberеſche ganze Verſammlungen von Vögeln, nicht nur von unſeren Standvögeln, wie den Amſeln, ſondern auch von den durchziehenden Wintergäſten, wie Miſteldroſſel, Krammetsvogel und Seidenſchwanz (welch letzterer übrigens in ſeiner nordiſchen Heimat im Sommer ein eifriger Mückenfänger iſt) beobachten. Auch die Kirſchbäume werden oft von ganzen Schwärmen von Amſeln und Staren überfallen, und ich habe ſelbſt einmal konſtatieren können, daß ein großer Kirſchbaum in wenigen Stunden von einem großen Flug Staren gänzlich abgeräumt wurde.

Die Obſtfreſſer unter den Vögeln haben, ebenſo wie die ſich auf gleiche Weiſe ernährenden Säugetiere, eine beſonders ausgeprägte Neigung, in mehr oder minder hohem Maß Inſekten, Schnecken uſw. zur Nahrung zu verwenden. Viele von ihnen gehören daher zu der Gruppe, welche die Vogelzüchter im allgemeinen als „Weichfreſſer" bezeichnen. Dieſe nicht ſehr natürliche Gruppe, welche den „Körnerfreſſern" gegenübergeſtellt wird, beſteht zum größten Teil aus inſektenfreſſenden Vögeln. Die Einteilung iſt aber inſofern biologiſch richtig, als die Härte oder Weichheit der Nahrung für viele Vögel offenbar wichtiger iſt als die Herkunft aus dem Tier- oder Pflanzenreich.

Um weiche ſaftige Früchte zu freſſen, bedarf ein Vogel keines ſpeziell angepaßten Schnabels; ſo finden wir bei Staren, Tukans, Tauben, Trogons uſw. die verſchiedenartigſten Schnabelformen. Denn es iſt aus vielen Erfahrungen bekannt und bei unſeren einheimiſchen Formen auch experimentell feſtgeſtellt, daß die meiſten Obſtfreſſer, beſonders die Beerenfreſſer, die Früchte ganz hinunterſchlucken. Ganz anders iſt das bei denjenigen Vögeln, die aus den harten Schalen von Nüſſen und anderen feſtumſchloſſenen Samen ſich das nährſtoffreiche Gewebe, welches eigentlich dazu beſtimmt iſt, die junge Keimpflanze zu

ernähren, hervorholen. Bei ihnen treten uns in den Schnabelformen in der Hauptſache zwei Anpaſſungstypen entgegen: die Meißelſchnäbel und die Zangenſchnäbel.

Meißelſchnäbel finden wir vorwiegend bei ſolchen Vögeln, welche kleinere Körner und Nüſſe vor dem Verzehren öffnen. Dabei verwenden ſie ihren Schnabel etwa in der Art eines meißelförmigen Hammers. Je nach den Anſprüchen, die an ihn geſtellt werden, iſt

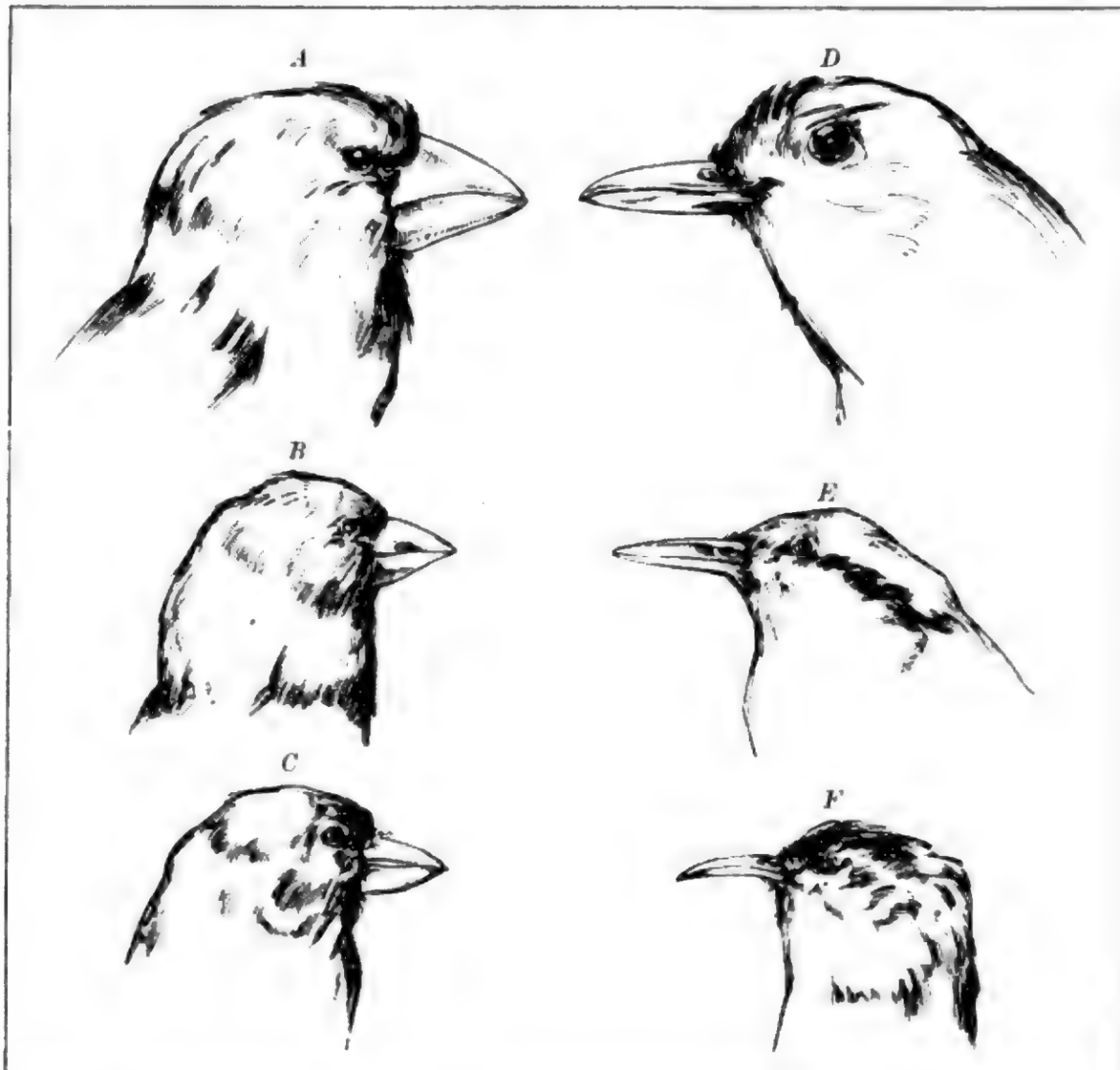


Abb. 43. Schnabelformen von *A–C* Körnerfreſſern, *D–F* Weichfreſſern.
A Coccothraustes coccothraustes L. Kernbeißer, *B* Chloris chloris L. Grünfink, *C* Fringilla coelebs L. Buchfink, *D* Turdus merula L. Schwarzamſel, *E* Sitta europaea L. Kleiber, *F* Certhia familiaris L. Baumläufer. Orig. nach der Natur. Berkl. ca. $^1/_2$.

er daher mehr oder weniger kurz, kegelförmig zugeſpitzt und aus dicker Hornſubſtanz aufgebaut. Kräftige Hals- und Nackenmuskeln ſind zu ſeiner erfolgreichen Verwendung als Ergänzung notwendig. Doch benutzen nicht alle Körnerfreſſer ihren Schnabel als Meißel, und mancher der keil- oder meißelförmigen Schnäbel werden ebenſooft zum Aufknacken der Samen nach Art der Zangenſchnäbel verwendet, wobei die Kaumuskulatur in Aktion tritt.

Nicht wenige der Körnerfreſſer zerkleinern ihre Nahrung vor dem Verſchlucken, teils durch Zerhacken, teils indem ſie dieſelbe mit den harten ſcharfen Rändern ihres Schnabels zerſchneiden. Es iſt ſehr intereſſant, daß ausgeſprochene Körnerfreſſer harte Nahrung der

Digitized by Google

weichen jederzeit vorziehen. Dem entſpricht in der Regel die Form und Stärke ihres Schnabels. Man hat experimentell feſtſtellen können, daß Körnerfreſſer, wie Finken, bei Fütterung mit Haſelnüſſen viel lieber mundgerechte kleine Stücke oder ganze Nüſſe, die ſie zerkleinern können, nehmen als ganz fein zerriebene Haſelnüſſe, welche von Schnabel und Magen keine Arbeit mehr verlangen; „legt man beide Sorten Futter gleichzeitig vor, ſo werden die Stückchen zuerſt und dann erſt die zerriebenen Nüſſe gefreſſen". (Liebmann.)

Zu den Körnerfreſſern gehören von unſeren einheimiſchen Vögeln alle Finkenarten, ſo Sperlinge, Kernbeißer, Edelfinken, Grünlinge, Zeiſige, Stieglitze, Gimpel, Ammern uſw., dazu kommen viele exotiſche Sperlingsvögel, Hühnervögel, Tauben uſw. uſw. Jeder wird ſich aber entſinnen, daß unter den genannten Formen ſich zahlreiche befinden, welche häufig weiches Futter zu ſich nehmen. Bei allen Körnerfreſſern werden ja vor allem die Jungen mit weichem Futter ernährt, und unſere Finken fangen eifrig Inſekten, wenn ſie ihre junge Brut im Neſte haben. Doch gibt es manche Arten wie z. B. den Grünfink, welche alle weiche Nahrung zurückweiſen und nur Körner nehmen.

Wir können durchaus nicht mit Sicherheit aus der Ausbildungsform von Körperteilen, ſo z. B. aus der Schnabelform, auf die Nahrung eines Vogels ſchließen. Das iſt zum Teil auf die hohe Ausbildung der pſychiſchen Fähigkeiten bei den Vögeln zurückzuführen, welche ſie vielfach befähigt, ein ſcheinbar ungeeignetes Werkzeug in zweckmäßiger Weiſe zu benützen. So wiſſen die Meiſen, die eigentlich Weichfreſſer ſind, mit ihrem kleinen zarten Schnabel die Samen von Hanf und Sonnenblumen, die ſie ſehr lieben, zu öffnen. Sie können ſie nicht aufbeißen, bringen es aber doch fertig, ſie in mühſamer Arbeit aufzuhacken, wobei ſie die Körner zwiſchen die Krallen klemmen. Vor allem liegt es aber an einem beſonderen Organiſationsmerkmal der Vögel, welches uns gerade bei den Körnerfreſſern in ſchönſter Ausbildung entgegentritt.

Im erſten Band dieſes Werkes iſt der Bau des Darms bei den Vögeln geſchildert worden, und es wurde da hervorgehoben, daß der Magen eine charakteriſtiſche Zweiteilung in einen Drüſenmagen und einen Muskelmagen aufweiſt. Der Muskelmagen iſt nun bei allen Körnerfreſſern ganz außerordentlich kräftig entwickelt, und ſeine Mitwirkung bei der Bewältigung der harten Nahrung iſt eine ſehr ausgiebige. Denn an ſeinen Innenwänden iſt er mit untereinander zuſammenwirkenden, harten, hornigen Platten belegt, die zum Zermahlen der harten Nahrung dienen, oft noch unter Mitwirkung aufgenommener kleiner Steinchen oder Sandkörner. Bei den tropiſchen Fruchttauben, welche zum Teil ſehr harte Früchte mit holziger oder korkiger Umhüllung verzehren, iſt die Innenbewaffnung des Kaumagens oft ſehr erheblich verſtärkt. Bei der Nikobarentaube (Caloenas nicobarica) ſind die Hornplatten verknöchert, bei der Fruchttaube der Fiji-Inſeln (Carpophaga latrans) iſt die Innenwand des Muskelmagens mit hornigen Höckern beſetzt, und ſolche ſind bei einer verwandten Form (Phenorhina goliath) ſogar in verknöchertem Zuſtand vorhanden. Die Zerkleinerungstätigkeit, welche der Schnabel nicht vollbringt, wird alſo hier vom Muskelmagen ausgeführt. Das Studium der Geſamtorganiſation des Tiers zeigt uns alſo doch ſtets den geſetzmäßigen Zuſammenhang mit ſeiner Ernährungsweiſe.

Es iſt von Intereſſe, an dieſer Stelle auf eine wichtige Beziehung der Vögel zum Pflanzenreich hinzuweiſen. Wir haben oben (S. 81) erwähnt, daß viele Früchte und Beeren durch auffallende von ihrer Umgebung kontraſtierende Farben die Vögel direkt anlocken. Die Vögel, auf die es ankommt, die Obſt- und Beerenfreſſer, ſchlucken die Früchte meiſt ganz hinunter, jedenfalls zerkleinern ſie die Samen nicht. Auch ihr Muskelmagen entfaltet nicht genügend Kräfte, um die Samen zur Ernährung auszunützen. Statt deſſen werden ſie in lebensfähigem

Zuſtand wieder entleert, und zwar werden ſie je nach ihrer Größe entweder aus dem Kropf wieder ausgeſpuckt oder durch den After mit dem Kot entleert. In jedem Fall gelangen ſie in keimfähigem Zuſtand wieder ans Tageslicht, im letzteren ſogar mit einer kleinen Portion Dung ausgeſtattet, welche ihre Entwickelung fördern muß. Tatſächlich ſpielen dieſe Obſtfreſſer eine ſehr wichtige Rolle für die Verbreitung der Samen der betreffenden Pflanzen. Sehr bekannt iſt ja die Tatſache, daß die Miſtel zu ihrer Keimung der Mitwirkung von Droſſelarten, beſonders der Miſteldroſſel (Turdus visci vorue L.) direkt bedarf, da ihre Samen erſt keimfähig werden, nachdem ſie den Darm des Vogels paſſiert haben. Nicht weniger bekannt iſt die Bedeutung, die gewiſſe Fruchttauben (Carpophaga-Arten) der Molukken für die Verbreitung der Muskatnuß haben. Die Muskatnuß iſt der Kern einer harten, gelben, pfirſiſchgroßen Frucht, welche, wenn ſie reif iſt, aufſpringt und dann die ſchwarze Nuß von einer ſcharlachroten Hülle umgeben zeigt, dem Arillus, der von den Fruchttauben begierig gefreſſen wird. Dabei wird die Nuß mit verſchluckt, paſſiert aber unverſehrt den Darmkanal und wird nun mit dem Kot ausgeſtreut, wo die Tauben auf ihren Flügen Raſt machen. (Oder wird ſie nicht eher, nach Ablöſung des Arillus, aus dem Kropf wieder ausgeworfen?) So wird der Muskatbaum weithin verbreitet, von den Molukken bis Neu Guinea, und die Holländer hatten zur Zeit ihres Gewürzmonopols alle Not, gegen dieſen naturgeſetzlichen Zuſammenhang anzukämpfen. Sie konnten, um die Zucht auf der einen Inſel Banda zu zentraliſieren, noch ſo viel Bäume niederhauen, unter der Mitwirkung der Tauben wuchſen immer wieder auf den anderen Molukkeninſeln neue Haine des koſtbaren Gewürzbaumes empor. Und ſo iſt noch für eine große Anzahl fruchtfreſſender Vögel der Tropen und der gemäßigten Zonen bekannt, daß ſie weſentlich zur Verbreitung der von den Früchten umſchloſſenen Samen beitragen. Sie alle ſuchen und brauchen nur die Hülle des Samens, der jeweils vor ihren Verdauungsſäften und Werkzeugen durch eine Reihe von Anpaſſungen hinreichend geſchützt iſt; dieſe ſind vor allem deswegen ſehr wirkſam, weil die Samen den Darm dieſer Vögel in einer überraſchend kurzen Zeit paſſieren.

Die Raben, Dohlen, Elſtern und Häher ſind gefräßige Allesfreſſer; kleine Tiere, Beeren, Früchte, grüne Pflanzenteile, Samen, Körner, Nüſſe — alles wird von ihnen verſchlungen. Sie ſind alſo gleichzeitig Hart- und Weichfreſſer. In ihren Anpaſſungen halten ſie die Mitte zwiſchen den Fruchtfreſſern und den ſogleich zu erörternden Körnerfreſſern. Ihren Darm paſſieren auch nur die ſteinharten Samen.

Bei den Körnerfreſſern jedoch wird jedes Leben in allen verſchluckten Samen durch die zerkleinernde und zermahlende Tätigkeit von Schnabel und Kaumagen vernichtet, ja die ganzen Samen werden zermahlen und aufgelöſt. In unzerkleinertem Zuſtand ſind ſie gegen die Wirkung der Verdauungsſäfte geſchützt ebenſo wie im Magen und Darm der inſektenfreſſenden Weichfreſſer, die doch ihre unzerkaut verſchluckte Inſektenbeute raſch und vollſtändig aufzulöſen vermögen.

Dieſelben Früchte, welche durch ihre bunten Farben die Obſtfreſſer heranlocken, denen ſie ihr Fleiſch opfern, weil deren Darm ihren Samen keinen Schaden antut, dieſelben Früchte ſind mit chemiſchen und mechaniſchen Abwehrmitteln verſehen, welche alle möglichen anderen Tiere von ihnen abhalten. Selbſt die Gifte, die in ihnen enthalten ſind, ſchaden den Fruchtfreſſern vielfach nicht; Grasmücken und Bachſtelzen freſſen die giftigen Früchte des Seidelbaſts (Daphne mezereum), Droſſeln die Tollkirſchen (Atropa belladonna) ſowie die Beeren von Solanum nigrum und dulcamara, Rotkehlchen die Lonicera- und Evonymusbeeren begierig und ohne Schaden.

Vor den gefährlichen Körnerfreſſern müſſen ſie in irgendeiner Weiſe ebenfalls geſchützt ſein; denn die meiſten Körnerfreſſer nehmen nur in der Not Fleiſchfrüchte, und manche, wie

Digitized by Google

die Grünfinken, weisen sie ganz zurück. Nur ausgesprochene Spezialisten, wie vor allem der Kernbeißer, wissen regelmäßig durch das Fruchtfleisch durchzudringen und die Samen zu erbeuten, die sie vollkommen zerstören. Dabei zerstört er das Fruchtfleisch, ohne es zu benützen, der Gimpel dagegen (Pyrrhula pyrrhula L.), der mit seinem relativ kräftigen Schnabel auch mancherlei Kernfrüchte angreift, verzehrt nicht selten einen Teil des Fruchtfleisches.

Nußfresser unter den Vögeln finden wir sehr häufig in charakteristischer Weise mit einem Zangenschnabel ausgestattet, der es ihnen ermöglicht, die Nüsse als Ganzes aufzuknacken oder Löcher in deren Wand zu stemmen, von denen aus die Schale durch Hebelwirkung gesprengt wird. Ein Beispiel bietet uns unter unseren einheimischen Vögeln der Kreuzschnabel, dessen nicht allzu starker Zangenschnabel aber mehr nach Art einer kräftigen Pinzette wirkt.

Sehr lehrreich ist die Entwickelungsreihe, welche uns die Zangenschnäbel der Papageien in der Anpassung an die jeweilige Nahrung der einzelnen Arten vorführen. Bei allen ist die ganze Morphologie des Schädels stark durch die besondere Art der Nahrungsaufnahme beeinflußt. Auf die Einzelheiten, die übrigens noch ungenügend erforscht sind, können wir hier nicht eingehen.

Wir können die Reihe mit den zarten Schnäbeln der kleinen Sittiche, z. B. des Wellensittichs (Melopsittacus undulatus), beginnen, welcher in seiner australischen Heimat sich von Grashalmen ernährt. Von ihm aus gibt es eine gleichmäßige Reihe von Übergängen in Größe und Form der Schnäbel bei der unübersehbaren Zahl von körner-, beeren- und früchtefressenden Papageien. In diese Reihe bringen kleine Unterbrechungen oder Abzweigungen wurzelfressende Formen, wie die von uns S. 55—57 geschilderten, dort abgebildeten beiden Arten (Abb. 22 B u. C) oder wie die Platycerkusarten oder Caloptorhynchus Banksi (Abb. 22 A), die untreu den Traditionen der Familie, animalischer Kost, nämlich den Larven von Insekten, sich zugewandt haben. Eine ähnliche Nebenlinie stellen die insekten- und honigfressenden Loris dar. Über all deren mittelgroße Schnäbel gelangen wir zu den gewaltigen Nußknackern, den großen Kakadus und Aras. Der große schwarze Kakadu Indonesiens (Microglossus aterrimus Abb. 22 D S 56) sieht sehr bizarr aus mit seinem dicken Kopf, der den mächtigen Schnabel trägt, dem kleinen und schwachen Körper, den langen dünnen Beinen und den breiten Flügeln, wie schon Wallace hervorhob. Bei den typischen Papageien besteht der Schnabel aus den breiten, fast halbkreisförmig gebogenen, scharf zugespitzten beiden Hälften einer gewaltigen Zange. An der Unterseite des Oberschnabels erkennt man bei ihnen allen feine Querrillen, welche bei den verschiedenen Arten verschieden angeordnet sind. Sie dienen dazu, die harten Nußschalen zu fassen, so daß sie der Zange nicht entgleiten können. Die Zunge ist z. B. beim großen schwarzen Kakadu „ein merkwürdiges Organ, ein schlanker fleischiger Zylinder, von tiefroter Farbe, der in einer hornigen, schwarzen Platte endet; diese Spitze ist quer gefurcht und greiffähig. — — Das Tier frißt verschiedene Samen und Früchte, scheint aber eine besondere Vorliebe für den Kern der Kanariennuß zu haben, die auf einem Urwaldriesen wächst (Canarium commune), der auf den Heimatinseln dieses Vogels häufig vorkommt; und die Weise, wie er diese Nüsse nimmt, zeigt eine Korrelation zwischen Bau und Lebensgewohnheiten des Tiers, die darauf hindeuten, daß die Kanariennuß seine Spezialnahrung ist. Die Schale dieser Nuß ist so außerordentlich hart, daß nur ein schwerer Hammer sie sprengt; sie hat eine dreikantige Gestalt mit glatter Außenseite. Die Art und Weise, wie der Vogel diese Nüsse öffnet, ist sehr merkwürdig. Zunächst nimmt er eine quer in seinen Schnabel, hält sie durch einen Druck der Zunge fest und schneidet eine Querkerbe durch eine seitliche sägende Bewegung seines scharfschneidigen Unterschnabels hinein. Dann nimmt

Digitized by Google

Fig. 31. Grundriss des Tempels von Luxor (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 32. Grundriss des Tempels von Karnak (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 33. Grundriss des Tempels von Edfu (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 34. Grundriss des Tempels von Philae (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 35. Grundriss des Tempels von Dendera (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 36. Grundriss des Tempels von Ombos (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 37. Grundriss des Tempels von Esneh (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 38. Grundriss des Tempels von Kom-Ombo (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 39. Grundriss des Tempels von Medinet-Habu (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 40. Grundriss des Tempels von Gurnah (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 41. Grundriss des Tempels von Abu-Simbel (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 42. Grundriss des Tempels von Ibsambul (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 43. Grundriss des Tempels von Amada (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 44. Grundriss des Tempels von Soleb (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 45. Grundriss des Tempels von Semneh (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 46. Grundriss des Tempels von Kalabsche (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 47. Grundriss des Tempels von Dakke (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 48. Grundriss des Tempels von Gerf-Hussein (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 49. Grundriss des Tempels von Wadi-Sebua (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 50. Grundriss des Tempels von Dabod (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 51. Grundriss des Tempels von Kardassy (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 52. Grundriss des Tempels von Debod (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 53. Grundriss des Tempels von Maharraka (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 54. Grundriss des Tempels von Tafa (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 55. Grundriss des Tempels von Naga (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 56. Grundriss des Tempels von Begerauieh (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 57. Grundriss des Tempels von Musawarat (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 58. Grundriss des Tempels von Amara (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 59. Grundriss des Tempels von Sesebi (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 60. Grundriss des Tempels von Soleb (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 61. Grundriss des Tempels von Semneh (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 62. Grundriss des Tempels von Kalabsche (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 63. Grundriss des Tempels von Dakke (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 64. Grundriss des Tempels von Gerf-Hussein (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 65. Grundriss des Tempels von Wadi-Sebua (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 66. Grundriss des Tempels von Dabod (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 67. Grundriss des Tempels von Kardassy (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 68. Grundriss des Tempels von Debod (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 69. Grundriss des Tempels von Maharraka (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 70. Grundriss des Tempels von Tafa (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 71. Grundriss des Tempels von Naga (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 72. Grundriss des Tempels von Begerauieh (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 73. Grundriss des Tempels von Musawarat (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 74. Grundriss des Tempels von Amara (nach Prisse d'Avennes).

Fig. 75. Grundriss des Tempels von Sesebi (nach Prisse d'Avennes).

plate, the one on the left is the male, the one on the right the female. The male has a bright red breast, while the female has a dull brown breast. The male has a black head, while the female has a brown head. The male has a black tail, while the female has a brown tail. The male has a black wing, while the female has a brown wing. The male has a black bill, while the female has a brown bill. The male has a black eye, while the female has a brown eye. The male has a black leg, while the female has a brown leg. The male has a black foot, while the female has a brown foot. The male has a black claw, while the female has a brown claw. The male has a black feather, while the female has a brown feather. The male has a black down, while the female has a brown down. The male has a black plumage, while the female has a brown plumage. The male has a black coloration, while the female has a brown coloration. The male has a black appearance, while the female has a brown appearance. The male has a black look, while the female has a brown look. The male has a black aspect, while the female has a brown aspect. The male has a black expression, while the female has a brown expression. The male has a black countenance, while the female has a brown countenance. The male has a black face, while the female has a brown face. The male has a black head, while the female has a brown head. The male has a black neck, while the female has a brown neck. The male has a black breast, while the female has a brown breast. The male has a black belly, while the female has a brown belly. The male has a black back, while the female has a brown back. The male has a black rump, while the female has a brown rump. The male has a black tail, while the female has a brown tail. The male has a black wing, while the female has a brown wing. The male has a black bill, while the female has a brown bill. The male has a black eye, while the female has a brown eye. The male has a black leg, while the female has a brown leg. The male has a black foot, while the female has a brown foot. The male has a black claw, while the female has a brown claw. The male has a black feather, while the female has a brown feather. The male has a black down, while the female has a brown down. The male has a black plumage, while the female has a brown plumage. The male has a black coloration, while the female has a brown coloration. The male has a black appearance, while the female has a brown appearance. The male has a black look, while the female has a brown look. The male has a black aspect, while the female has a brown aspect. The male has a black expression, while the female has a brown expression. The male has a black countenance, while the female has a brown countenance. The male has a black face, while the female has a brown face. The male has a black head, while the female has a brown head. The male has a black neck, while the female has a brown neck. The male has a black breast, while the female has a brown breast. The male has a black belly, while the female has a brown belly. The male has a black back, while the female has a brown back. The male has a black rump, while the female has a brown rump.

Larve, die zwanzig Beine hat, auch hat sie Augenpünktchen. Das ist also keine Raupe, auch keine Made, sondern die Larve einer Blattwespe, der Pflaumensägewespe (Hoplocampa fulvicornis Kl.). In den Kirschen dagegen finden wir echte Maden, und zwar handelt es sich hier um Fliegenmaden; die Kirschenfliege (Spilographa cerasi L. = Trypeta signata Mg.) ist eine reizende kleine Fliege mit schön schwarz gescheckten Flügeln.

Diese letztere gehört in eine Gattung, welche eine große Anzahl von Samen- und Fruchtfressern umfaßt. Diese „Scheckfliegen" aus der Gattung Spilographa haben im weiblichen Geschlecht eine röhrenförmig verlängerte Hinterleibsspitze. Mit derselben bohren sie Pflanzen an und versenken bei jedem Stich ein Ei in das nahrungspendende Gewebe.

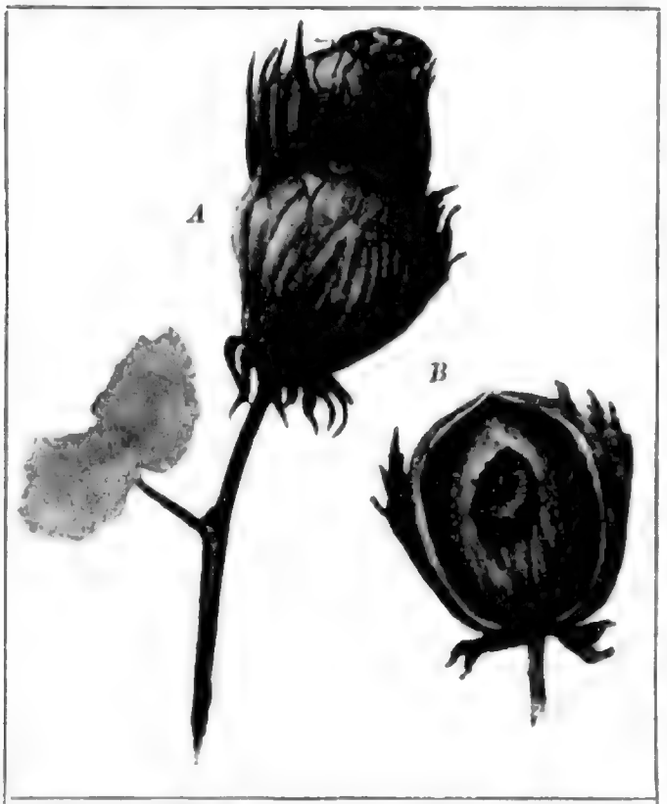


Abb. 46 Balaninus nucum L.
A Käfer eine Haselnuß anbohrend (vergr.). B Made im Innern der Nuß (nat. Größe). Orig. nach der Natur.

So kommen Arten in den Hagebutten, in den Beeren der Berberitze und des Geisblattes, aber auch in den Samenanlagen von Korbblütlern usw. vor. Von der Entwickelung der Kirschenfliege und ihrer Made gibt Taschenberg eine anschauliche Schilderung, der wir folgendes entnehmen: „Sobald sich die Kirschen rot färben, stellen sich die befruchteten Weibchen um die Mittagszeit auf denselben ein, spazieren mit gehobenen Flügeln gemächlich darauf herum, bis jedes dann in der Stielnähe auf der Kirsche sitzen bleibt, mit der Hinterleibsspitze in das noch harte Fleisch einbohrt, ein weißes Ei in die Wunde gleiten läßt und schließlich über letztere mit derselben Legeröhre, mit welcher es verwundete, hinwegstreicht, um die Oberfläche der Kirsche wieder zu glätten und zum baldigen Vernarben vorzubereiten. Hierauf begibt es sich auf eine zweite, dritte, noch nicht verletzte Kirsche und bringt auf diese Weise seinen mäßig großen Vorrat an Eiern unter. Die bald ausschlüpfende Larve saugt nun an dem Fleische, macht es wasserreicher als das gesunde und ist mit der Reife der Frucht in der Regel erwachsen. Dann bohrt sie sich an der Stelle, wo sie den Eingang gefunden hatte, auf die Oberfläche, kriecht hier, mit dem vorderen Körperteile hin- und hertastend, einige Zeit herum und läßt sich dann auf den Boden fallen. Manchmal ist die stielgelockerte Kirsche mit der Larve abgefallen und wird von ihr an der Stelle verlassen, wo der Stiel saß. Unter schlangenartigen Windungen ist die Larve bald unter die Erde verschwunden. Hier höhlt sie einen Raum, zieht ihren Körper mehr und mehr zusammen, erhärtet in ihrer Haut allmählich zu einem gelblichen, hinten mit zwei rötlichen Erhabenheiten versehenen Tonnenpüppchen, überwintert als solches und entläßt schließlich im Mai die hübsche Fliege."

Hier sahen wir also das Eindringen der Made an den Ort, wo sie genug Nahrung findet, durch die Tätigkeit des Legebohrers der Mutter gewährleistet, während bei anderen solchen Fruchtminierern das Ei an der Oberfläche abgesetzt wird und die ausschlüpfende

Digitized by Google

Larve die Arbeit des Einbohrens selber zu leisten hat. Die Arbeit der Mutter und der Kinder ist natürlich in all den Fällen eine relativ leichte, in denen es sich um weiches Fruchtfleisch handelt. Sie wird eine beträchtlichere, wenn es sich um hartschalige Nüsse und feste Samen handelt. Wir alle haben schon mit Enttäuschung die tauben Haselnüsse aufgeknackt, deren vorsichtige Untersuchung uns schon vorher durch ein rundes Bohrloch hätte warnen können. In der Nuß finden wir statt des süßen Kernes eine fette Made, die ihn aufgefressen hat oder, wenn ein Bohrloch vorhanden war, nur ihren Kot. Das Ei, aus welchem sie sich entwickelte, war durch ein später vernarbtes feines Loch, das die Mutter in die Schale der jungen Nuß genagt hatte, in deren Inneres gelangt. Und zwar war die Mutter ein kleiner grauer Rüsselkäfer (Balaninus nucum L.), dessen nagende Mundwerkzeuge auf einem langen, dünnen Stiel, auf dem Rüssel, weit vor den Augen befestigt sind. Und dieses Instrument, das bei starker Vergrößerung fast aussieht, als sei es aus dem Instrumentenkasten eines modernen Chirurgen genommen, dient auch dazu, das Ei tief ins Innere der grünen Nuß zu praktizieren. Durch das große Loch, welches die schon gebräunten Nüsse aufweisen, hat die erwachsene Larve zur Verpuppung die leergefressene gastliche Stätte wieder verlassen.

So kommen Larven von Fliegen, Käfern, Motten vielfach in den Samen wilder und vom Menschen angebauter Pflanzen vor, so kleine Rüsselkäfer aus der Gattung Apion in den Samen von Kleearten.

Andere leben in den Schoten von Leguminosen und fressen von außen die Samen an, wie die Larven der Erbsenfliege (Cecidomyia pisi Winn.) und der verschiedenen Erbsenwickler (Graptolitha dorsana Fb., G. nebritana Fisch. und G. tenebrosana Dgl.). Diese Formen leben nur an den grünen Erbsen, und ehe sie gelb werden, haben sie zur Verpuppung die Schoten bereits verlassen. Sind die Erbsen gelb und geerntet, so werden sie als Wintervorrat eingetan. Zu unserer Überraschung können wir dann nicht selten im Frühling entdecken, daß unsere so gesund aussehenden Erbsen einen Insassen beherbergen, der im Lauf des Winters herangewachsen ist. Durch die Wand der Erbse sehen wir an einer Stelle etwas Schwärzliches durchschimmern; durchbrechen wir dort die Wand, so finden wir einen dunklen Käfer, der dort aus seiner Puppenhülle ausgekrochen ist und sich schon ein kreisförmiges Ausflugsloch zu nagen begann. Es ist das einer der zahlreichen Samenkäfer (Bruchus pisi L. oder B. rufimanus Schh. Abb. 47). Seine Mutter hatte ihre Eier in den Fruchtknoten der Erbsenblüte vor oder kurz nach deren Verblühen geklebt, und die Made war in die junge Hülse, dann innerhalb derselben in eine junge Erbse eingedrungen, mit welcher gemeinsam sie gewachsen war.

Solche Formen mit ähnlicher Lebensweise gibt es viele in allen möglichen Samen, vom nahe verwandten Linsenkäfer (Bruchus lentis Kogi.) und dem gemeinen Samenkäfer (Bruchus granarius L.) aus Bohnen und Wicken bis zu jenen Formen, welche das groteske Phänomen der „lebenden Bohnen" „indischen" oder „mexikanischen" Bohnen verursachen. Es sind dies Motten- (Carpocapsa saltitans) bzw. Käferlarven, welche in den bunten, schwarz und rot gefärbten Samen einer mexikanischen Euphorbiacee (Sebastiana pavoniana) vorkommen. Man kann diese Samen nach Europa bringen, ohne daß inzwischen der Bewohner abgestorben wäre Und wenn man nun eine Schachtel dieser „Bohnen" im warmen Zimmer auf den Tisch stellt, so beginnen sie in eigentümlicher Weise sich zu bewegen, indem sie sich überschlagen, wackeln, ins Rollen geraten. Dabei hört man ein leise knisterndes Geräusch, das der in der Bohne seinen Schwerpunkt verlagernde Käfer hervorruft, der an dem „Leben" dieses Samens die Schuld trägt. Ähnliche Erscheinungen verursacht bei den Samen der Tamariske die Larve des Käfers Nanodes tamarisci.

Digitized by Google

Zu denjenigen Fruchtminierern, welche als Spezialisten eine besondere Beachtung verdienen, gehören jene Insektenlarven, welche in den vielfach steinharten Samen einiger exotischer Pflanzen leben. Eine südamerikanische Palmenart (Phytelephas macrocarpa R. et P.) produziert Früchte, die unter dem Namen von Stein- oder Elfenbeinnüssen, oder vegetabilischem Elfenbein in großen Massen (1903 147 171 Doppelzentner im Wert von 3 027 150 Mk. in Hamburg allein) eingeführt und zu Drechslerarbeiten, vor allem aber zur Knopffabrikation verwandt werden. Vielfach sind diese Nüsse nun von Insekten angebohrt, und man findet in ihnen die Larven des Rüsselkäfers Caryoborus nucleorum J. Ferner sind die Käfer und Larven von Skolytiden imstande, die harte Substanz der Nuß zu benagen und als ausschließliche Nahrung zu verwenden. Einer davon ist Coccotrypes Eggersii Hagedorn, dessen Fraßgänge eine eigenartige Anordnung zeigen. Es scheint nämlich, daß, während die verzweigten Gänge, in deren Enden die Larven fressen und ihre Puppenwiegen ausnagen, tief im Innern der Nuß liegen, die Mutterkäfer in besonderen an der Oberfläche gelegenen Gängen ihre Nahrung sich beschaffen. Doch besuchen sie offenbar immer wieder die Larvengänge, denn dieselben sind blitzblank und von jeder Spur von Larvenkot gereinigt. Hier muß also das Muttertier sich selbst in die harte Frucht hineinfressen, um der Larve einen Ort zu schaffen, an dem sie sich ungestört entwickeln kann und Nahrung findet.

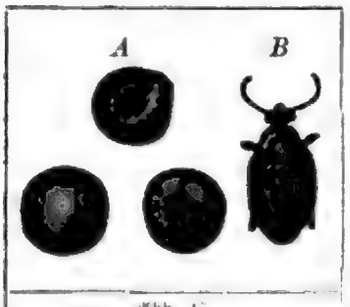


Abb. 47.
Bruchus rufimanus Schh.
A Erbsen mit den Maden, B der Käfer ca. 10 mal vergr.
Orig. nach der Natur.

Manche Insektenlarven machen keinen großen Unterschied zwischen den verschiedenen Entwickelungszuständen der Knospen, Blüten und Früchte usw. So bohrt sich die Raupe eines wichtigen Baumwollenschädlings in Ägypten in die Blütenknospen oder jungen Kapseln ein und zerstört deren Inhalt. Es ist das der sogenannte Kapselwurm (Earias insulana); die erwachsene Raupe spinnt sich außerhalb der Kapseln an diesen selbst oder am Stamm in einem kahnförmigen Gespinnst ein; aus der Puppe kriecht ein grüner oder gelber Schmetterling, der zur Familie der Cymbiden gehört. 1910 fand sich auf den Baumwollfeldern fast keine Kapsel, in der nicht eine Raupe hauste, oder die nicht schon von einer solchen zerstört gewesen wäre. Auch in Indien tun Eariasarten großen Schaden an der Baumwolle, so betrug im Punjab im Jahre 1905 der durch diese Raupe verursachte Verlust der Pflanzer 40 000 000 Mark.

Ähnlich tätig sind die verschiedenen Blütenstecher, unter denen ich hier den Apfelblütenstecher (Anthonomus pomorum L.) anführen will, einen kleinen Rüsselkäfer, dessen Larve in den Apfelblüten große Verwüstungen anrichtet, während der fertig entwickelte Käfer die Blüten sofort verläßt und anderswo seine Nahrung sucht.

Die höchste Form des Spezialistentums unter den Pflanzenfressern finden wir unter den Formen vertreten, die ihre Nahrung in den Blüten suchen. Alle Blütenteile haben ihre Liebhaber, von denen manche die ganze Blüte, das Äußere und das Innere von ihr wahllos verzehren, während andere nur einzelne der Blütenteile oder Blütenprodukte lieben. Wir haben oben schon von einigen Insekten gehört, daß sie ihre Eier in Blütenknospen ablegen; die entstehenden Larven fressen in manchen Fällen alle sich entwickelnden Teile der Blüte, in anderen leben sie nur von bestimmten Teilen, z. B. den Samenanlagen. Einige wenige Tiere leben ausschließlich von Blütenblättern, so einige Noctuenraupen, viele Käfer; auch ist von manchen fruchtfressenden Tieren bekannt, daß sie die süßsaftigen, fleischigen Blumenkronenblätter mancher Blumen sehr lieben, z. B. die Flughunde und andere Fledermäuse, auch Kolibris und andere Vögel; ziemlich viele Arten, besonders Insekten, leben

Digitized by Google

vom Blütenstaub, vom Nektar der Blüten usw. Wir werden eine Reihe solcher Formen gleich näher kennen lernen.

Wir wollen aber die ganze Kategorie der blütenbesuchenden Tiere unter einem einheitlichen Gesichtspunkt betrachten. Sehr viele der Tiere, welche Nahrung suchend zu den Blumen kommen, müssen für das, was sie von den Blumen empfangen, gleichsam einen Preis bezahlen. Sie müssen für die erhaltene Wohltat einen Gegendienst leisten. Das hängt folgendermaßen zusammen:

Die Blumen sind die Fortpflanzungsorgane der Blütenpflanzen, sie enthalten die zu befruchtenden Eizellen und in den Pollenkörnern die männlichen Elemente, welche die Eizellen zu befruchten haben. Wie bei den Tieren durch mannigfache Mittel dafür gesorgt ist, daß männliche und weibliche Elemente zusammenkommen, so existieren auch bei den Pflanzen entsprechende Einrichtungen. Bei all jenen Pflanzen, bei denen besondere Blüten die männlichen und besondere Blüten die weiblichen Geschlechtszellen erzeugen, sehen wir leicht ein, daß Transportmittel besonderer Art notwendig sind, um die Befruchtung zu sichern. Und das gilt sowohl für diejenigen Fälle, in denen auf einer Pflanze männliche und weibliche Blüten vereinigt sind, als auch für jene, in denen wir ganze männliche und weibliche Pflanzen vor uns haben, deren jede immer nur Blüten eines Geschlechtes erzeugt. Immer ist da von Blüte zu Blüte ein Zwischenraum zu überwinden, den das der Bewegungsorgane entbehrende Pollenkorn nicht aus eigener Kraft überwinden kann. Schwerer ist es schon zu verstehen, warum ein komplizierter Umweg auch in den Fällen eingeschlagen wird, in denen die gleiche Blüte männliche und weibliche Organe enthält; das ist ja etwas sehr Häufiges und Gewöhnliches, und die meisten uns eng vertrauten Blumen sind ja solche Zwitterblumen.

Wir wissen nicht, aus welchem Grunde es geschieht und was für tiefere biologische Zusammenhänge dabei mitwirken, aber wir haben durch vielfältige Erfahrung in den letzten 150 Jahren die Tatsache kennen gelernt, daß in der Natur eine Menge von Einrichtungen getroffen sind, um dauernde, generationenlang wiederkehrende Kreuzung zwischen nahen Verwandten zu verhindern. Ganz besonders klar tritt uns das in der Pflanzenwelt entgegen.

Zwar kommt in einer ganzen Reihe von Fällen auch bei Pflanzen Autogamie, also z. B. Befruchtung in der gleichen Blüte vor, indem etwa der Pollen auf die Narbe des Fruchtknotens gerät, ohne daß die Blüte sich geöffnet hätte. Aber besonders bei den Blütenpflanzen erscheinen solche Vorkommnisse stets als Ausnahmen; es handelt sich da immer um Pflanzen, welche unter besonders ungünstigen Verhältnissen, also z. B. in hohen polaren Breiten, um ihre Existenz kämpfen. Sonst finden wir bei den Pflanzen sogar allerhand Einrichtungen, die wir nicht anders deuten können denn als Vorrichtungen zur Verhinderung der Selbstbefruchtung. Ja, auf den Narben mancher Pflanzen wirkt der eigne Pollen, wenn man ihn künstlich überträgt, vergiftend für die ganze Blüte.

In vielen anderen Fällen gelingt es aber ohne weiteres, künstlich Autogamie herbeizuführen. Das hat nun oft gar keine erkennbaren schädlichen Folgen. Wie aber Darwin in einem großen, an wichtigen Versuchen reichen Werk gezeigt hat, ist die Autogamie bei vielen Pflanzen von schädlichen Folgen für die Fruchtbarkeit, für die Lebenskraft der Nachkommen usw. begleitet. Auch sind es, wie neuerdings betont wird, vor allem die langlebigen Pflanzen, welche auf Fremdbestäubung angewiesen sind. Aber alle Versuche und Theorien haben es nicht ganz klar machen können, warum bei so vielen Pflanzen Selbstbefruchtung so ängstlich vermieden und warum Fremdbefruchtung mit allen Mitteln angestrebt wird.

Hier in diesem Zusammenhang kann uns die durch Tausende von Beobachtungen belegte Tatsache genügen, daß die Fremdbestäubung in der oft raffiniertesten Weise in der

Digitized by Google

Natur gesichert wird. Dabei wird natürlich der Pollen einer Blüte oft auf einem langen und weiten Weg bis auf die Narbe einer anderen Blüte geschafft. Als Transportmittel dienen dabei Wind, Wasser und lebende Tiere. Die beiden ersteren Transportmittel können wir hier unberücksichtigt lassen, dagegen müssen uns die Tiere als Befruchtungsvermittler der Blüten etwas ausführlicher beschäftigen.

Damit die Tiere den Pollen von einer Blüte zur anderen transportieren, müssen die Tiere selbst Besonderheiten aufweisen, die sie zu Trägern des Blütenstaubs geeignet machen. Bei den Pflanzen, deren Pollen durch Wind oder Wasser vertragen wird, sind die einzelnen Pollenkörner im reifen Zustand wohl voneinander gesondert, sie haben glatte, trockene Oberflächen und bilden ein loses Pulver. Wem wäre nicht schon der gelbe Pollen der Haselnußstauden oder der Kiefernbäume vom Frühlingswind ins Gesicht geblasen worden. Bei den Blumen, die für die Vermittelung der Befruchtung auf die Mithilfe der Tiere angewiesen sind, finden wir meist Pollenkörner mit rauher, klebriger Oberfläche, welche leicht untereinander und mit fremden Gegenständen verkleben. So kleben sie auch leicht am Körper blumenbesuchender Tiere an, bei denen Federn, Fluren von Haaren und Borsten, Skulpturen besonderer Art usw. das Anhaften fördern.

Die Blütenbesucher müssen aber sonstwie in ihren Körperformen geeignet sein, um die zarten Blumen zu besuchen, ohne sie zu zerstören. Ihre Lebensgewohnheiten müssen sie zwingen, regelmäßig die Blüten aufzusuchen, ihre Bewegungsorgane müssen geeignet sein, die Blüten an ihren oft so luftigen Standorten zu erreichen, ihre Sinnesorgane müssen ihnen gestatten, die Blüten oft aus größter Ferne zu erkennen.

Nun, es gibt genug Tiere, welche diesen Anforderungen genügen; was die Mehrzahl von ihnen zu den Blüten führt, ist der Trieb, für sich oder ihre Nachkommen dort Nahrung zu finden. Und zwar sucht die Mehrzahl der Besucher der Blüten in ihnen Blütenstaub und Honig, eines von beiden oder beides gleichzeitig. Der Blütenstaub, der die ganzen dem Befruchtungszweck dienenden männlichen Zellen enthält, ist protoplasma- und damit eiweißreich. Der Honig oder Nektar der Blüten dagegen ist hauptsächlich aus Kohlehydraten (Zucker) zusammengesetzt und ist daher fast frei von Stickstoff. Während also die Tiere, welche Pollen fressen, mit diesem allein für ihre Ernährung auskommen können, müssen die Honigfresser neben dem Honig noch stickstoffhaltige Nahrung aufnehmen, was zu sehr eigenartigen Besonderheiten ihrer Biologie führt.

Die Massen von Pollen und Honig, welche die Natur den Tieren als sozusagen überschüssiges Produkt des Pflanzenkörpers darbietet, sind ungeheuer groß. Im Frühsommer ist oft die ganze Luft von dem Blütenstaub der blühenden Grasarten, der Nadelbäume und vieler Blumen erfüllt; bei manchen empfindlichen Menschen wird zu dieser Zeit dadurch das Heufieber oder der Heuschnupfen ausgelöst. Die stehenden Gewässer sind dann mit einer ganzen Lage von Blütenstaub überzogen, der Schnee des Hochgebirges, das Eis der Gletscher zeigt einen deutlichen Anflug dieser so verschwenderisch ausgestreuten organischen Substanzen. Gar mancher Mikroskopiker ist schon durch die eigenartig geformten Pollenkörner der Koniferen oder des Bärlapp, die sich oft im Wasser oder im Moos usw. lange Zeit unverändert erhalten, in empfindlicher Weise aufs Glatteis geführt worden; er hat sie wohl für seltsame Mikroorganismen oder für ihre Gehäuse oder wer weiß für was alles erklärt. Auch der Honig wird in den Blüten in erheblichen Mengen produziert; davon können uns am besten die Bienen überzeugen. Kann doch ein Stock in guter Zeit in wenigen Wochen leicht seine 80—100 Pfund Honig zusammenbringen.

Also diese beiden Produkte suchen viele Tiere in den Pflanzen, nicht wenige von ihnen

Digitized by Google

ohne die Pflanze dabei zu schonen oder gar ihr Gegendienste zu leisten. So kommt es vielfach vor, daß ausgesprochen windblütige Pflanzen viel Insektenbesuch an ihren männlichen Blüten bekommen; die Insekten (Käfer, Wespen, Bienen usw.) fressen oder sammeln den Blütenstaub, besuchen aber die weiblichen Blüten der gleichen Pflanze überhaupt nicht, so daß sie für die Übertragung des Pollens gar nicht in Betracht kommen. Dasselbe Tier aber, welches die eine Blüte als zweckloser Fresser besucht hat, wird vielleicht auf der nächsten besuchten Pflanze in den Dienst der Blüte gezwungen. Wir wollen uns einmal einige solche Blütenbesucher genauer ansehen.

Es gibt eine ganze Anzahl von Vögeln, welche Blumen regelmäßig besuchen, und zwar wollen wir hier speziell von tropischen Formen sprechen. Zwar lieben auch bei uns manche Vögel sehr die süßen, honighaltigen Teile von Frühlingsblumen. So ist ja sehr bekannt, daß Singvögel, z. B. Dompfaffen, im Frühling gern über die Blüten der Primeln herfallen und mit Geschicklichkeit den Teil herauspicken, in welchem der Nektar angesammelt ist. Aber das sind nur gelegentliche Schleckereien bei Tieren, die sich in der Hauptsache von anderen Substanzen ernähren. Nur in den Tropen können ja die Tiere im Lauf des ganzen Jahres blühende Blumen finden und nur da lohnt es sich für große, langlebige Tierarten, sich an die Ernährung mit Blütenprodukten in einer mehr oder weniger vollkommenen Weise anzupassen.

So finden wir denn auch tatsächlich die an den Blütenbesuch angepaßten Vögel vorwiegend in den Tropen, und nur einzelne Vertreter der oft sehr artenreichen Familien oder Gattungen, die sich vorwiegend von Blütenprodukten ernähren, dringen in die gemäßigte Zone mehr oder weniger weit vor. In den östlichen Tropen gibt es große auffallende Vögel, die in den Blüten von Bäumen Honig suchen. Es sind dies Papageien, speziell die Formen aus der Familie der Pinselzüngler (Trichoglossidae). Diese vielfach in ganzen Schwärmen die Wälder Indonesiens, Australiens und Polynesiens belebenden farbenprächtigen Papageien suchen mit Vorliebe die Blüten von Palmen auf. In ihnen finden sie große Mengen von Honig, und außerdem fressen sie auch von dem reichlich vorhandenen Blütenstaub. So hat Dahl im Bismarckarchipel nachgewiesen, daß Papageien aus der Gattung Charmosyne an Palmen und anderen Waldbäumen Pollen fressen, der bei geschossenen Exemplaren im Magen aufgefunden wurde. Von einigen Arten ist auch bekannt, daß sie selbst die Blütenblätter nicht verschmähen, z. B. Trichoglossus palmarum ist auf den Neuen Hebriden beobachtet worden, während er die ganzen Blüten der Kokospalme auffraß. Auch die anderen Arten, neben den Trichoglossiden, z. B. Arten der Gattungen Coryllis und Platycercus fressen übrigens außer den Blütenprodukten auch allerhand andere Dinge, z. B. Früchte, Pflanzensamen usw. Jedenfalls spielt aber Honig und wahrscheinlich auch Pollen bei ihrer Ernährung eine wesentliche Rolle. Moseley und andere haben beobachtet, daß Exemplaren von Trichoglossusarten, wenn sie aus den Blütenbüscheln der Palmen heruntergeschossen wurden, ganze Eßlöffel klaren Honigs aus dem Schnabel herausliefen.

Zur Aufnahme des Honigs und Pollens dienen den Trichoglossiden ihre eigentümlich ausgebildeten Zungen. Wie alle Papageien besitzen sie dicke fleischige Zungen, welche aber im vorderen Teil eine Art von Pinsel oder Bürste tragen. Diese besteht aus dicht stehenden Borsten, deren jede 1½ bis 2 mm lang ist und einen ovalen Querschnitt besitzt. Es können 250—300 solcher Borsten oder richtiger gesagt von Papillen mit verhorntem und eigenartig zerschlissenen Epithelüberzug vorhanden sein. Mit dieser Bürste bürsten die Papageien den Blütenstaub ab und lecken den Honig auf.

Solche Pinselzungen sind auch bei Honigfressern (Meliphagiden) vorhanden; diese bilden eine artenreiche australische Familie, welche außer dem Honig und Pollen der Eukalypten,

Digitized by Google

Banksien und anderer reichblühender Bäume des Buschwaldes auch Insekten fressen. Deren Zunge erscheint geeignet, den Honig auch aus tiefer gelegenen Blütenteilen herauszupinseln. Sie ist relativ lang, gespalten und jede Hälfte in 4—8 spiral aufgerollte Fäden zerschlissen. (Abb. 51 S. 97.)

Mehr als Spezialisten an den Blumenbesuch angepaßt sind zwei Familien von Vögeln, welche durch ihre Lebensweise, ihre reizvolle Erscheinung und die Farbenpracht ihres Gefieders seit jeher die Aufmerksamkeit der Reisenden in hohem Maße erregt haben. Die

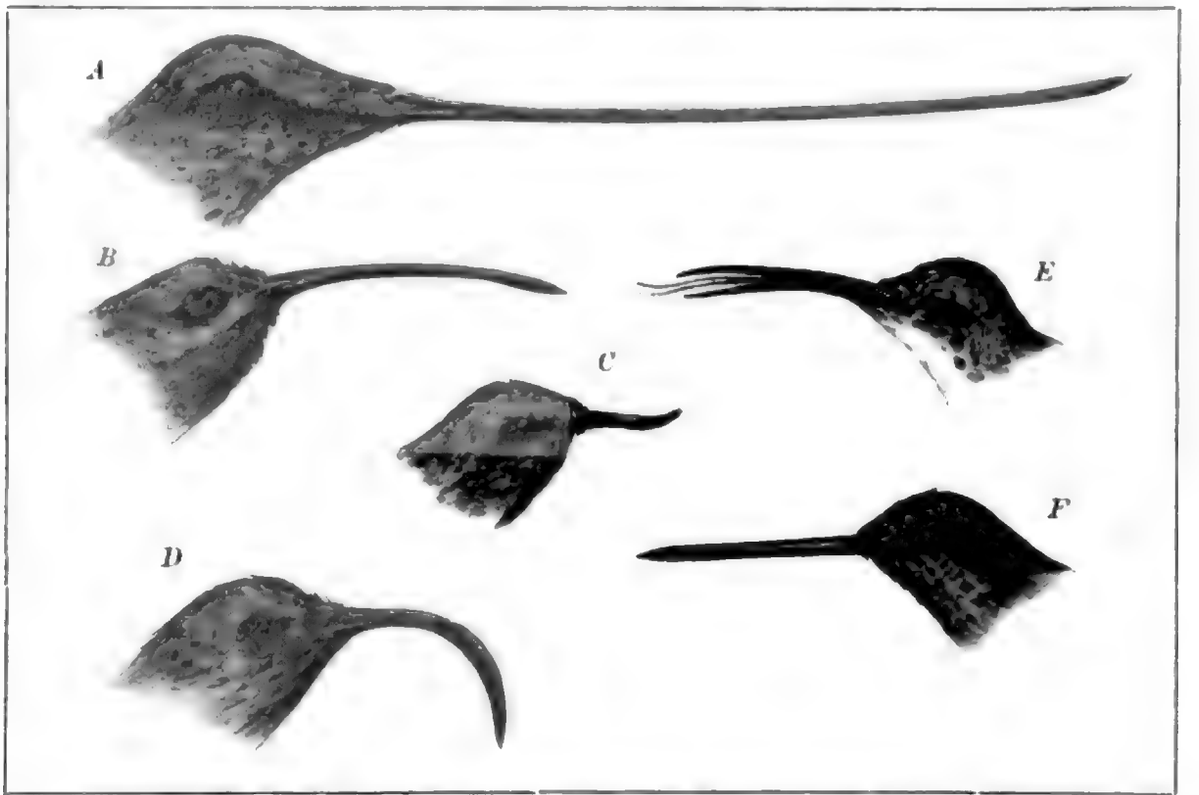


Abb. 48. Schnabelformen bei verschiedenen Gattungen der Kolibris.
A Docimastes ensifer (Boiss.), *B* Phaetornis hispidus (Gld.), *C* Opisthoprora euryptera (Lodd.), *D* Eutoxeres aquila (Bourc.), *E* Agyrtria leucogastra bahiae (Hart.), *F* Eriocnemis Luciani (Bourc.).
Orig. nach der Natur. Nat. Größe.

beiden Familien ersetzen einander vollkommen in den Tropen der alten und der neuen Welt. Es ist geradezu, als sei die Ernährungsmöglichkeit mit Hilfe der Blütenprodukte in beiden Erdhälften auf gesondertem Wege allmählich ausgenützt worden, und als habe sie den zwei ganz verschiedenen Familien kleiner Vögel im Laufe der Zeit allmählich in ganz übereinstimmender Weise die geeigneten Anpassungen aufgeprägt. Ich habe selbst in Amerika die Kolibris und in Asien die Nectarinien beobachtet und habe manchen genußreichen Augenblick erlebt, wenn die zierlichen, schimmernden Vögel, wie prachtvolle Insekten anzusehen, die Blüten umschwirrten. Die Kolibris sind ausschließlich in Amerika verbreitet, beleben in zahlreichen Arten die tropischen Distrikte von Zentral- und Südamerika, senden aber nur einige wenige Arten nordwärts bis Kalifornien und Nordkarolina und darüber hinaus und südwärts bis Patagonien.

Im Hauptverbreitungsgebiet, also in Zentralamerika, in Kolumbien, Venezuela, Ekuador, Brasilien und Peru sind die Kolibris durch eine große Menge von Arten vertreten, die oft je nur einen sehr kleinen Verbreitungsbezirk haben. Diese Arten, die vielfach durch große Verschiedenheiten vor allem des Schmuckgefieders der Männchen ausgezeichnet sind, besitzen

Digitized by Goog

und Kleid) in einer ausführlichen Beschreibung Nechepso und Petosiris, die Ihr Euch gleich hier ansehen könnt. Ich habe sie mir kopiert, weil sie so schön ist. Sie ist aus dem Griechischen übersetzt, aber ich habe sie mir in Deutsch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Latein aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Griechisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Hebräisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Arabisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Syrisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Koptisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Äthiopisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Armenisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Georgisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Gotisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Altkirchenslavisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Altpersisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Sanskrit aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Pali aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Tocharisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Hethitisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Luwisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Lykisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Lydisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Karisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Sidetisch aufgeschrieben, damit ich sie besser verstehe. Ich habe sie mir auch in Pisid

seine Zunge rasch vor- und rückwärts, und der dabei in die Röhren getretene Nektar wird entweder durch Saugwirkung vom Hintergrund des Mundes her oder durch Ausdrücken der Röhren am Gaumendach in den Schlund befördert. Auch die Nectarinien besitzen Zungen, welche nach dem Prinzip der im ersten Band besprochenen Fangzungen gebaut sind. Die Zungenbeinfortsätze reichen bei ihnen bis auf den Scheitel des Kopfes. Durch Vorschieben derselben wird die Zunge bis 1 cm und länger aus dem Schnabel gestreckt und erscheint da als feine, an der Spitze leicht gespaltenene Rinne, die in feinste Poren eindringen kann und den Honig regelrecht aufleckt. (Abb. 51 und 52.)

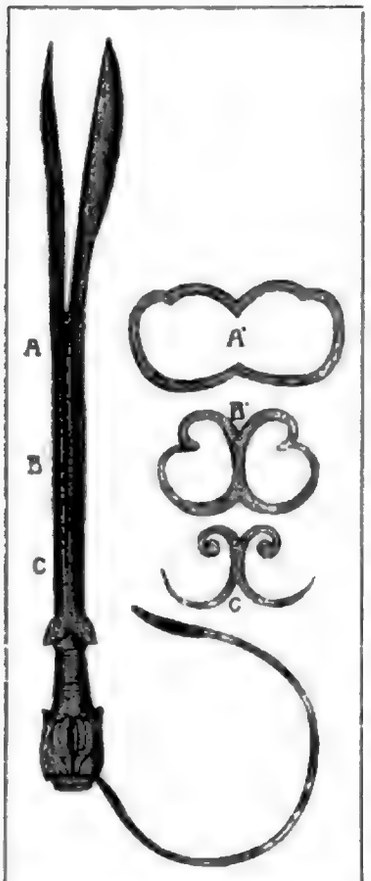


Abb 50. Zunge des Kolibris Eulampis holosericus. Bei den Buchstaben A, B, C sind die entsprechenden Schnitte durchgeführt. Nach Lucas.

Die Schnabelformen der Kolibris und Nectarinien weisen uns darauf hin, daß diese Vögel zu speziellen Blütenformen in besonderen Beziehungen stehen. Und tatsächlich finden wir, daß sie beim Besuch gewisser Blüten die gleiche Rolle zu spielen haben, wie wir sie gleich für viele Insekten kennen lernen werden. Ihre Schnäbel passen nach Umfang und Form genau in die Kelche der Blumen, die von ihnen befruchtet werden. Diese Blumen sind relativ groß und am Eingang vielfach weit geöffnet, so daß der Pollen sich bald am Kopfe, bald an der Kehle oder an Federbüschelchen zur Seite der Mundwinkel ablagert; sie sondern ferner sehr reichlich Nektar ab. Nach dem Eindruck, den z. B. Werth neuerdings gewonnen hat, besitzen die Nectarinien für die Befruchtung in der tropischen Flora Afrikas eine größere Wichtigkeit wie die Falter für die mitteleuropäische Mittelgebirgs- und Tieflandsflora. So werden z. B. die Blüten der Bananenarten (Musa, Ravenala, Strelitzia usw.) von Nectarinien befruchtet. Da sie z. T. im Schwirren saugen, z. T. aber in der Nähe der Blumen sitzend ihre Schnäbel in deren Kelche versenken, so sind die an sie angepaßten Blumen teils mit Vorrichtungen zum Niedersitzen am Blütenstand oder sonstwo versehen, teils entbehren sie solcher.

Wir wollen an dieser Stelle einschalten, daß sogar einige Säugetiere als Blütenbesucher in Betracht kommen. In Australien kommt ein kleines Beuteltier vor (Tarsipes rostratus Gerv. et Verr.), dessen Zunge lang, dünn und weit vorstreckbar ist. Mit derselben saugt das Tier Honig aus Blumen und fängt in deren Kelchen kleine Insekten. Im Zusammenhang mit dieser eigenartigen Lebensweise besitzt das Tier ein sehr reduziertes Gebiß aus kleinen Zähnchen, auch fehlt seinem Darm ein Coecum. Das ist eine auffällige Eigenschaft, die es von allen seinen meist pflanzenfressenden Verwandten unterscheidet.

Auch von einigen Fledermäusen wird berichtet, daß sie Blüten besuchen und dabei als Vermittler der Befruchtung wirken. Wir haben oben schon von den Fledermäusen gesprochen, die Blütenblätter abfressen; manche davon sollen auch Dienste bei der Bestäubung leisten, so der Kalong oder fliegende Hund Indonesiens (Pteropus edulis L.), der auf Ceylon die rosenroten Blüten der Pandanacee Freycinetia regelmäßig besucht. Eine höhere Stufe der Anpassungen an den Blütenbesuch ist durch Glossonycteris Geoffroyi Gray repräsentiert, einer Fledermaus, deren Zunge lang, dünn, pinselförmig „wie diejenige eines Kolibri" sein soll, und welche nach Hart in Trinidad an blühenden Bäumen beobachtet wurde.

Digitized by Google

Blüten werden auch sehr eifrig von Schnecken besucht, die z. B. sogar eine besondere Vorliebe für Blütenteile zeigen, die sie fressen. Einige Blüten scheinen denn nun auch von diesen Besuchern Gebrauch zu machen, und es gibt einige Angaben über Bestäubungsvermittlung durch Schnecken bei Aroideen und anderen Pflanzen, bei denen zahlreiche kleine Blüten mit Perigonrand und Geschlechtsapparaten in einer Ebene angeordnet sind.

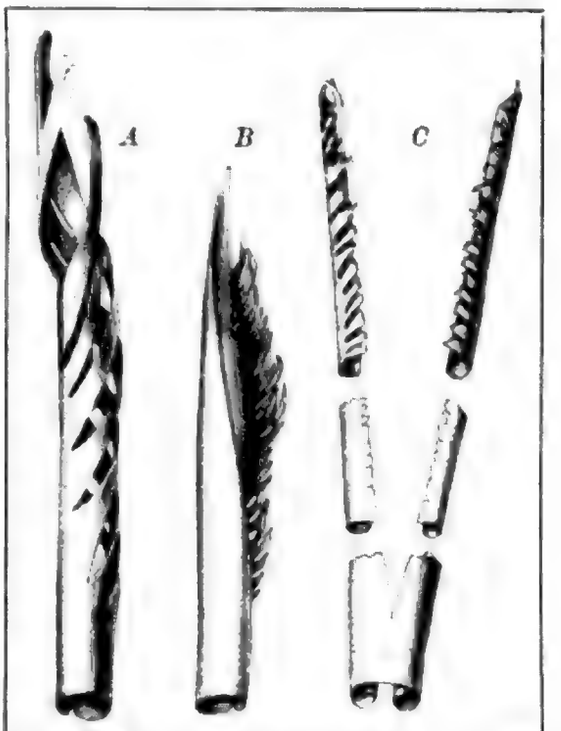


Abb. 51. Zungen von Nectarinien und Meliphagiden.
A Zungenspitze von Anthothreptes malaccensis, *B* Zungenspitze von Cinnyris auriceps, *C* Zunge von Anthothreptes subcollaris. Nach Gadow.

Alle diese Tiergruppen, selbst die Vögel, treten aber als Blütenbesucher vollkommen gegen die Insekten zurück. Es gibt keine größere Gruppe unter den Insekten, deren Mitglieder nicht wenigstens gelegentlich Blüten besuchten. Erinnern wir uns nur an die Insektenversammlungen, die wir im Sommer auf unsern Wiesen auf den breiten Dolden des Bärenklau oder anderer Doldenblüten antreffen (s. Abb. 53). Da finden wir oft alle Ordnungen der Insekten repräsentiert: Netzflügler, Köcherfliegen, Skorpionsfliegen, Ohrwürmer, Wanzen, Käfer, dazu Fliegen, vielerlei Hymenopteren und Schmetterlinge geben sich da ein Stelldichein. Und es ergeben sich, wenn wir eine solche Ansammlung von Insekten beobachten, alle möglichen Abstufungen in ihrem Verhalten zur Pflanze. Die einen ruhen auf ihrer luftigen Plattform nur aus, die anderen fressen an ihren Blüten, die anderen sammeln Pollen, wieder andere saugen Honig, senken ihren Legebohrer in die Fruchtanlagen oder machen als Raubtiere Jagd auf die durch mancherlei Gaben angelockten anderen Besucher.

Untersuchen wir die blütenbesuchenden Insekten genauer auf ihre systematische Zugehörigkeit und auf ihren Bau, so lassen sich interessante Feststellungen machen.

Die Blattwanzen, Netzflügler, Skorpionsfliegen, Köcherfliegen, Ohrwürmer und manche Käfer, Fliegen und Hautflügler sind mehr oder minder unregelmäßige Blütenbesucher. Manche von ihnen haben eine geringere, manche eine größere Neigung, Blüten aufzusuchen. Ihre Nahrung besteht nur zum Teil aus Blütenteilen oder Blütenprodukten, beim Besuch der Blüten richten sie nicht selten große Zerstörungen an. Ihre Bewegungen beim Blumenbesuch sind nicht regelmäßig und zielbewußt; man hat nicht den Eindruck, als suchten sie in den Blumen etwas Besonderes. An ihrer Körperform, ihrem Haarkleid und im Bau ihrer Mundteile zeigen sie keinerlei Anpassungen an die Blumen. Das gilt also z. B. für viele der Käfer, die wir auf Blumen finden, für die Blattwespen, einen Teil der Goldwespen (Chrysididen) und die geselligen echten Wespen (Vespiden), die Schlupfwespen und Ameisen unter den Hymenopteren, für die Bremsen und Raubfliegen, ferner für Stratiomyiden, Empiden, Muscicden u. a. unter den Dipteren usw.

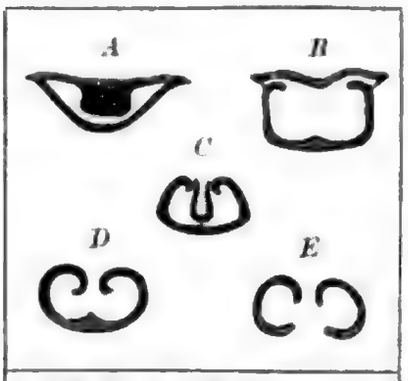


Abb. 52. *A—E* Aufeinanderfolgende Durchschnitte durch die Zunge der Nectarinie Cinnyris sp. in der Reihenfolge von der Zungenbasis zur -spitze. Nach Gadow.

Digitized by Google

Fig. 12. Tillandsia Lindenii Regel. Habitusbild. Nach Photographie. Natürliche Größe. Original.

Fig. 13. Tillandsia Lindenii Regel. Blüte. Nach Photographie. Natürliche Größe. Original.

ferner die langrüßligen Formen unter den Goldwespen und Grabwespen, die solitären Vespiden, unter den Dipteren diejenigen Formen, welche man als eigentliche Blumenfliegen bezeichnen kann, vor allem die Syrphiden oder Schwebfliegen, die Bombyliden oder Hummelfliegen und die Conopiden, schließlich die große Mehrzahl der Schmetterlinge. Alle diese Tiere zeigen schon in ihren Lebensgewohnheiten engere Beziehungen zu den Blumen. Die Art, wie sie sich an den Blumen benehmen, ist viel gewandter, ihre sicheren Bewegungen sparen Zeit und Kraft beim Aufsuchen von Pollen und Honig. Untersuchen wir ihren Körper genauer, so finden wir in seiner Form, in der Ausbildung und Anordnung der Behaarung und im Bau der Mundgliedmaßen ziemlich weitgehende Anpassungen an den Blumenbesuch.

Diese werden an Vollkommenheit, aber auch an Einseitigkeit von den Formen der dritten Gruppe noch weit überboten. Zu ihr gehören nämlich die langrüsseligen Bienen (Apiden) und die Schwärmer (Sphingiden) unter den Schmetterlingen. Sie sind ebenso und vielleicht noch mehr wie die Formen der vorigen Gruppe von den Blüten abhängig, von deren Nektar und Pollen die Bienen sich und ihre Larven ernähren, während die Schwärmer nur den ersteren saugen. Mit einer wahrhaft automatischen Präzision suchen sie mit größter Zeitersparnis die Blüten ab; denn vielfach sind es nur ganz bestimmte Blüten, die ihnen allein Nahrung gewähren und an die sie ganz einseitig angepaßt sind. Diese Blüten nützen sie in vollkommenster Weise aus und leisten ihnen dabei mit einer ebenso großen Sicherheit den Dienst der Befruchtungsvermittlung. Doch sind unter ihnen die Bienen die häufigsten und ausdauernsten Blumenbesucher, da diese in ihren Sammelapparaten auch für ihre Nachkommenschaft Beute mitschleppen müssen, während die Schmetterlinge nur für sich selber zu sorgen haben.

Wir haben also in etwas grober Weise in Gruppen zusammengefaßt drei Stufen der Anpassung der Insekten an den Blütenbesuch, wobei auch der Nutzen, den die Pflanzen von ihren Besuchern empfangen, mit den Stufen steigt. Die Blumen, die von den Insekten der ersten Anpassungsstufe besucht werden, erfahren von ihnen eine gelegentliche Befruchtungsvermittlung, die aber nicht sicher ist und nicht auf einer festen Verbindung zwischen der Pflanzenart und gewissen Insektenarten beruht. Auf den höheren Stufen finden wir eine immer innigere Verbindung einer Tierart mit einer Pflanzenart, so daß die eine von der andern ganz abhängig wird; wie das Insekt nur einen Typus von Blumen besucht, so schließt die Blume durch besondere Vorrichtungen Besucher, welche diesem Insekt nicht sehr ähnlich sind, aus. Damit wird erreicht, daß mit großer Sicherheit durch das richtige Transportmittel der richtige Pollen auf die richtige Narbe übertragen wird.

Diese engen Beziehungen, welche offenkundig auf gegenseitigem Nutzen beruhen, den sich Tier und Pflanze gewähren, haben nun auch gegenseitige Anpassungen zur Voraussetzung oder im Sinn der Deszendenztheorie gesprochen: bei der Entstehung der betreffenden Arten zur Folge gehabt. Es wird für uns nützlich sein, wenn wir uns jetzt zunächst einmal mit den sehr interessanten Einzelheiten dieser Anpassungen vertraut machen.

Durch genaues Studium der Blüten und ihrer die Bestäubungsvermittlung sichernden Einrichtungen sind die Botaniker zu einer Einteilung der Blumen in Vogelblumen, Fliegenblumen, Immenblumen, Falterblumen usw. gelangt. Der Bau der Blüte verrät, an welches Tier als Bestäubungsvermittler sie angepaßt sind. So kann man aus dem Studium der Blume im botanischen Garten oder im Herbarium voraussagen, von welcherlei Tieren sie in ihrer Heimat besucht wird. Viele derartige, zum Teil sehr kühn erscheinende Voraussagen Hermann Müllers, Delpinos u. a. haben sich in glänzendster Weise bestätigt.

Digitized by Google

Wir wollen in nachfolgendem uns kurz die wichtigsten Typen der Blumen ansehen und gleichzeitig die Anpassungen besprechen, welche die zu ihrer Befruchtung tätigen Tiere mit ihnen verketten.

Da ist zunächst hervorzuheben, daß es Blumen gibt, die auf Tierbesuch angewiesen sind, ihren Besuchern aber keinen Honig darbieten. Wir haben ja schon davon gesprochen, daß manche Pflanzen dicke, fleischige, mit süßem Saft erfüllte Blumenblätter oder sonstige Blütenteile besitzen, die sie ihren Besuchern als willkommene Nahrung darbieten. Bei andern Formen kommen in der Blüte kleine Gewebsknötchen vor, welche gefressen oder deren süßer Saft ausgesaugt wird. Alle solchen Vorkommnisse sind aber seltenere Ausnahmen, welche immerhin eine nicht unwesentliche Bedeutung beim Zustandekommen des Bestäubungsvorganges besitzen. Von diesen wollen wir hier nicht weiter sprechen, sondern von einem Blütentypus, der sehr verbreitet ist und als Ausgangspunkt für unsere Betrachtungen dienen kann, wie er auch vielleicht bei der Entwicklung des Zusammenhanges zwischen Tieren und Blütenbefruchtung eine gewisse Rolle gespielt hat. Es sind dies die Pollenblumen, meist große offene Blumen, mit grellfarbigen Blumenblättern und stark gefärbten auffallenden dichten Massen von Staubfäden. Ich nenne als allbekannte Beispiele den roten Mohn, die Heckenrose, die Wiesenrauten (Thalictrum aquilegifolium L.), deren schöne Blüten fast nur aus den lila oder gelblich gefärbten Staubfäden bestehen, ferner die Königskerzen (Verbascum) mit ihren wolligen, oft schön gefärbten Staubfäden. Die Pollenblumen werden besonders von Fliegen, Käfern und manchen Hymenopteren besucht.

Um sie auszunützen, brauchen die Insekten keine weitgehenden Spezialanpassungen. Der Pollen wird ihnen offen dargeboten und ist in solcher Fülle vorhanden, daß sie ihren Hunger an ihm stillen können, wobei genug übrig und an ihnen hängen bleibt, um die Befruchtung beim Besuch neuer Blüten zu vermitteln. Die Insekten müssen mit guten Sinnesorganen versehen sein, um die Pollenblumen zu finden; da sehr viele von ihnen geruchlos sind, so werden ihre Besucher durch den, Farbenunterschiede in irgendeiner Weise wahrnehmenden, Gesichtssinn geleitet. Bei anderen hilft der Geruchssinn zum mindesten mit.

Die Käfer, Fliegen und die Hymenopteren, welche diese Blüten besuchen, zeigen auch an ihren Mundwerkzeugen keine Anpassungen, welche sie gerade nur von diesen Pollenblumen abhängig machten. Wir finden vielmehr die Pollenblumen sehr viel von Insekten besucht, die auch andere Typen von Blumen lieben und mit letzteren sogar viel enger verknüpft sind. So sammelt die Honigbiene natürlich auch in Pollenblumen einen Beitrag zu ihrem Vorrat an „Bienenbrot". Auch andere Insekten verwenden auf den Pollenblumen Anpassungen, die erst im Zusammenhang mit spezielleren Verknüpfungen mit besonderen Blumentypen zur vollen Bedeutung gelangen und daher erst nachher besprochen werden sollen.

Daß übrigens die Pollenblumen nicht selten zu ihren Besuchern in ein recht enges Verhältnis treten, beweist die Tatsache, daß die Staubfäden bei manchen Arten in verschiedenen Typen differenziert sind, von denen der eine nur der Befruchtung dienende Pollenkörner liefert, während andere Anklammerungsorgane für die besuchenden Insekten oder Anlockungsmittel darstellen, indem sie lebhafter gefärbt sind und als Futter für die erwünschten Besucher geopfert werden (Beköstigungsantheren).

Eine zweite Gruppe von Blumen sind diejenigen, welche Honig an leicht und allgemein zugänglichen Stellen produzieren. Ein gutes Beispiel für sie bieten uns die Doldenpflanzen, die Umbelliferen, dar. Ihre Blütenstände mit den zahlreichen Blüten, die meist weiß, gelblich, grüngelb, blaßrosa usw. gefärbt sind, werden durch die Zusammendrängung der in

Digitized by Google

einer Ebene angeordneten, nacheinander von außen nach innen erblühenden Blümchen recht auffällig. Auch hauchen sie vielfach einen kräftigen Duft aus.

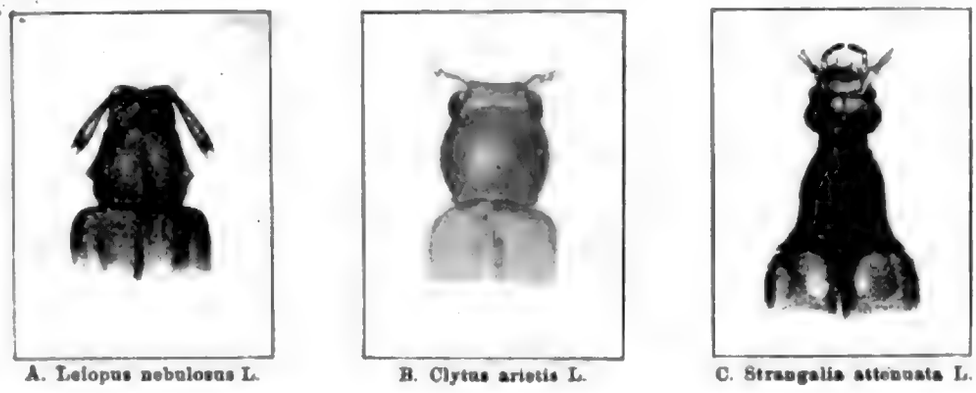
Wir erwähnten vorhin schon, welche Versammlung von Insekten sich auf einer sommerlichen Wiese auf einer solchen Dolde einfinden kann. Fassen wir aber z. B. auf der Abb. 53 die besuchenden Tiere ins Auge, so fällt es uns auf, daß es sich meist um Insekten handelt, welche an den Blütenbesuch nicht in extremer Weise angepaßt sind. Es sind gut sehende und meist mit gutem Geruchssinn ausgestattete Fliegen, Käfer, Wanzen, Wespen, einige Schmetterlinge, kurzrüsselige Bienen. Diese Tiere finden den Honig, ohne eines langen kompliziert gebauten Rüssels zu bedürfen, sie vermitteln die Befruchtung, ohne genötigt zu sein, mit vorsichtigen Bewegungen in die Blume einzudringen; es genügt, wenn sie über den Blütenstand hinüberbummeln, und die Befruchtung wird sicher vermittelt, denn die Blüten sind in allem, besonders in der Regelung der Aufblühzeit der männlichen und weiblichen Blütenteile, auf solche Besucher aufs vollkommenste eingerichtet.

Die Zahl der brauchbaren Besucher wird schon mehr eingeschränkt bei den Blumen mit halbversteckter Honig; bei solchen Blüten sind die Nectarien von außen nur von einem oder dem andern Punkt aus zu sehen, denn sie sind, wenn auch nicht in die Tiefe der Blume versenkt, doch durch Schuppen, Haare usw. teilweise verdeckt. Hierher gehören die Weidenkätzchen, die Blüten unserer Obstbäume, vor allem des Birn- und Apfelbaumes, die meisten Kreuzblütler wie Kohl, Senf usw., ferner die Berberitze u. a. Sie alle sind weiß oder gelb gefärbt, aber nicht schmutzig grüngelb, wie wir es bei der vorigen Gruppe oft trafen; rosa und dunkelrot kommen selten vor. Den Blütenblättern fehlen Saftmale; sie sind regelmäßig gebaut.

Die weißen Blüten dieser Gruppe werden vor allem von Fliegen, die gelben von solchen und kurzrüsseligen Bienen befruchtet. Vielfach haben die Blumen einen deutlichen, für uns aber nicht angenehmen Geruch. Die Tiere müssen, um den einigermaßen verborgenen Nektar zu finden, gute Sinnesorgane haben; ihr Rüssel — eine Saugvorrichtung ist jedenfalls nötig — braucht nicht sehr lang zu sein. Die Tiere müssen aber über spezialisiertere Instinkte verfügen, um den Honig zu finden; eine ganze Menge von kurzrüsseligen Insekten sind hier von der Ausnutzung der Blüte schon ausgeschlossen, obwohl ihr Rüssel sie dazu befähigen würde, da Sinnesorgane oder Instinkte sie nicht zur Auffindung des verborgenen Honigs befähigen.

Je vollkommener der Honig in der Blüte geborgen ist, um so spezialisiertere und geschicktere Tiere sind als Bestäuber erforderlich. Bei den Blumen mit „vollständig geborgenem Nektar" sind die Honigbehälter in die Tiefe des Blumenkörpers versenkt. Die Blumenkronen nehmen damit eine glockenförmige, röhrige oder sonstwie kompliziertere Form an. Im großen und ganzen handelt es sich noch um ziemlich regelmäßig gebaute Blüten, nicht wenige sind nach der Seite gerichtet. Die Farben der Blumenkronen sind vor allem Blau und Rot, während weiße und gelbe, die wir bisher am häufigsten trafen, selten werden. In diese Gruppe gehören Pflanzen wie das Vergißmeinnicht, das Immergrün, die Leinarten, der Weiderich, Storchschnabel, Weidenröschen usw. Hochentwickelte Blumenfliegen, Bienenarten, Falter sind die Besucher dieser Blumen. Sie alle verfügen über sehr guten Geruchs- und Gesichtssinn, sind geschickt im Untersuchen der Blüten, brauchen komplizierte Einrichtungen zum Saugen des Honigs und haben demgemäß alle einen Saugrüssel, dessen Ausbildungsweise und Länge aber eine mittlere Kategorie nicht übersteigen. Die rote und blaue Farbe lockt Schmetterlinge und Bienen, auch schon Hummeln an, doch fehlen, vielleicht mehr durch den Duft vieler Arten angezogen, auch Käfer und Fliegen nicht.

Digitized by Google



A. Leiopus nebulosus L. B. Clytus arietis L. C. Strangalia attenuata L.

Abb. 54. Steigende Anpassung an den Blütenbesuch bei einheimischen Bockkäfern. Orig. nach der Natur. Vergr. 3 mal.

Auffallende Flecken auf den Blumenblättern mancher Blüten (sog. Saftmale) sind gleichsam als Wegweiser zum verborgenen Honig zu betrachten. Sie kontrastieren in der Farbe stark von der Hauptfläche des Blumenblatts und setzen zu ihrer Wahrnehmung ein hochentwickeltes Auge voraus. Tatsächlich finden wir auch bei den hier in Betracht kommenden Arten von Insekten Augen mit all den anatomischen Merkmalen, welche uns ein sehr leistungsfähiges Auge verraten. Über die Fähigkeit der Farbenunterscheidung fehlen allerdings entscheidende Experimente.

So konnten wir bisher eine stetig und allmählich sich steigernde Vervollkommnung in der gegenseitigen Anpassung von Blumen und Insekten konstatieren. Immer mehr Insekten sahen wir von den Blumen der einzelnen Arten ausgeschlossen, immer größer wurde die Zahl, immer schwieriger die Art der Bedingungen, die zu erfüllen waren, damit an einer bestimmten Blume ein Insekt als Bewerber um den Honig zugelassen wurde. Und die Einrichtungen der Blumen waren immer ausgesprochener den Geruchs- und Gesichtsleistungen der anzulockenden Insekten entsprechend. Das wird noch deutlicher, wenn wir den extrem angepaßten Blumentypen unsere Aufmerksamkeit schenken.

Wir haben im ersten Band dieses Werkes die verschiedenen Typen der Mundwerkzeuge von Insekten kennen gelernt. Wir sahen dort, daß bei ganz verschiedenen Gruppen der Insekten Saugrüssel vorkommen, und daß sie ganz verschiedenen Zwecken dienen können. Bei Bienen und Schmetterlingen lernten wir typische Honigsaugrüssel, bei den Fliegen damals nur Stechrüssel kennen. Jetzt wollen wir uns mit einigen Besonderheiten in den Anpassungen der drei genannten blütenbesuchenden Insektengruppen befassen und dabei neben anderen Teilen der Organisation vor allem ihre Mundwerkzeuge ins Auge fassen. Und zwar sollen es gerade diese drei Insektengruppen sein, weil an sie sich ganze Gruppen von Blumen in extremster Weise angepaßt haben. Die extremen Anpassungen beruhen fast ausnahmslos auf Einrichtungen, die das Honigauffinden für Tiere, die nicht ebenso extrem an die Blumen angepaßt sind, ausschließen.

Wir verstehen es daher ganz gut, daß die niederen Insekten immer mehr ausgeschlossen werden; weder körperlich noch geistig genügen sie den schwierigen Anforderungen. Vor allem werden aber alle jene Formen ausgeschlossen (und die Blumen vielfach direkt gegen sie geschützt), welche nur Pollen in den Blumen suchen. Jene extrem angepaßten Insekten sind Honigsauger, die niederen Formen haben meist beißende Mundwerkzeuge, die dem Kopf dicht ansitzen und nicht tief in Blüten hineingesteckt werden können. Daher gibt es auch z. B. keine

Digitized by Google

oder kaum einige an Käfer angepaßte Blumen. Die Käfer mit ihren dicken harten Kiefern fressen Pollen und vielfach andere Blütenteile. Sie sind sehr oft den Blumen schädlich. Trotzdem sind viele Käfer, wie wir sahen, an der Pollenübertragung bei den wenig spezialisierten Blumentypen beteiligt, ohne besondere morphologische Anpassungen aufzuweisen. So dienen die kleinen Blütenkäfer aus der Gattung Meligethes den Blumen, in die sie hineinkriechen. Neben ihnen gibt es aber Formen, die an die Blumen, so weitgehend angepaßt sind, daß sie sogar manche ausbeuten können, die vielen niederen Insekten verschlossen sind. Daher können wir bei den Käfern nebeneinander alle möglichen Stufen der allmählichen Anpassungen an den Blütenbesuch studieren. Das ist z. B. sehr schön bei den Bockkäfern (Cerambyciden) zu sehen, die bei uns fast alle zu den Blütenbesuchern gehören. Hermann Müller hat eine schöne Reihe von sich vervollkommnender Anpassung für die Bockkäferfamilie der Lepturiden (vgl. auch Abb. 53) zusammengestellt. In der Reihe, welche in Abb. 54 zur Darstellung gelangt, sehen wir den Kopf nach vorn sich verlängern und hinter den Augen sich halsförmig einschnüren, der Mund kann mehr und mehr nach vorn geschoben werden, der Halsschild wird schmäler und an den Unterkieferladen, die sich in die Länge strecken, entwickeln sich längere, dichtere Büschel von Haaren, die dem Auflecken des Honigs dienen.

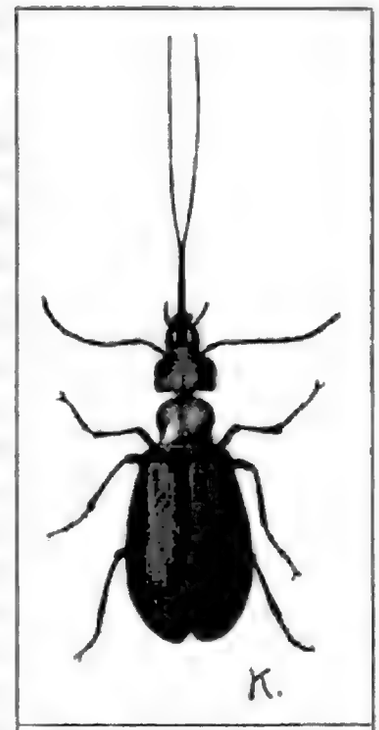


Abb. 55. Käfer mit enorm verlängerten Kiefern. (Nemognathus bicolor.)

Leiopus nebulosus L. besucht niemals Blüten; sein Kopf ist nach unten gerichtet und sitzt dem Prothorax breit an, dieser (der Halsschild) ist breit und trägt dornige Fortsätze, die ein Eindringen in enge Blumenkronenröhren ganz unmöglich machen würden. Die Unterkiefer sind mit kurzen Haarbürsten bedeckt. (Abb. 54A). Clytus arietis L., der schöne schwarzgelb gefärbte Bock, den man auf Rosen und Umbelliferen gelegentlich trifft, hat einen mehr nach vorn gerichteten Kopf, ein verschmälertes und verlängertes Halsschild und an der äußeren Unterkieferlade lange Haare (Abb. 54B).

Die Vervollkommnung steigt rapid bei den ausschließlich Blüten besuchenden Leptura livida F. und Strangalia attenuata L. (Abb. 54C). Erstere besucht Umbelliferen, Rosaceen, Compositen, Winden usw. Letztere kann aus dem Grund der 4—6 mm tiefen Blumenkronenröhren von Knautia arvensis den Honig lecken. Wie charakteristisch ist bei diesen Formen die Form und Einschnürung von Kopf und Halsschild, die lange Behaarung der Unterkieferladen.

Unter den tropischen Käfern ist die Gattung Nemognathus mit mehr als 30 Arten an den Blumenbesuch, und zwar an das Honigsaugen in extremer Weise angepaßt, so daß sie sogar an Blüten, die auf den Besuch von Schmetterlingen eingerichtet sind, saugen können. Fritz Müller sah in Südbrasilien eine Art mit ihren einem Schmetterlingsrüssel gleichenden, zu zwei spitzen, von Rinnen durchzogenen Borsten umgebildeten Kieferladen an einer Winde saugen (vgl. Abb. 55). Ähnliche morphologische Anpassungen zeigen auch andere tropische Käferformen.

Sehr viel enger sind überall auf der Welt die Beziehungen zwischen den Fliegen und den Blumen. Aber nicht alle Gruppen der Dipteren sind gleichmäßig von Bedeutung für das Bestäubungsgeschäft, es sind fast nur Brachyceren, eigentliche Fliegen, während die Nematoceren, die Mücken, also jene meist schlankeren Formen, zu denen die Schnaken gehören,

Digitized by Google

ein wenig Milch und Zucker und Kaffee darauf, das gibt ein Frühstück für den ganzen Tag. Ich habe es oft versucht, wenn ich auf Reisen war, und es hat mir immer gut getan. Ich habe auch Kaffee mit Milch und Zucker getrunken, aber das ist nicht so gut. Ich habe auch Kaffee mit Milch und Zucker getrunken, aber das ist nicht so gut. Ich habe auch Kaffee mit Milch und Zucker getrunken, aber das ist nicht so gut.

Vierblättriger Klee.

Ich habe auch Kaffee mit Milch und Zucker getrunken, aber das ist nicht so gut. Ich habe auch Kaffee mit Milch und Zucker getrunken, aber das ist nicht so gut. Ich habe auch Kaffee mit Milch und Zucker getrunken, aber das ist nicht so gut.

Ich habe auch Kaffee mit Milch und Zucker getrunken, aber das ist nicht so gut. Ich habe auch Kaffee mit Milch und Zucker getrunken, aber das ist nicht so gut. Ich habe auch Kaffee mit Milch und Zucker getrunken, aber das ist nicht so gut.

Höhere Qualitäten besitzen allerdings die eigentlichen Blumenfliegen; alle ihre besonderen Eigentümlichkeiten sind aber bei den Formen, die nicht ausschließliche Blumenbesucher sind, vorbereitet. So sehen wir bei Muscіden, Stratiomyiden usw. mit zunehmendem Blumenbesuch die Vorliebe für rote, violette und blaue Blütenfarben sich steigern, die bei den echten Blumenfliegen, den Syrphiden, Bombyliiden, Conopiden und Empiden so ausgesprochen wird. Auch bildet sich bei manchen dieser Formen (Muscіden und Stratiomyiden) der Rüssel zu einem zum Pollenfressen besonders geeigneten Organ um. Bei den Syrphiden tritt er uns in der für diesen Zweck vollkommensten Ausbildung entgegen. Wir wollen uns daher seine Bildungsweise bei diesen unseren schönen und auffälligen Schwebfliegen etwas genauer ansehen. Innerhalb der Familie finden wir sehr verschiedene Stufen der Anpassung: bei Syrphus balteatus d. G. mißt der Rüssel nur 2 mm, bei Helophilus trivittatus Fabr. 6—7 mm, bei Eristalis tenax L. 7—8 mm, bei Volucella bombylans L. 8 mm, bei Rhingia rostrata L. 11—12 mm. Der Rüssel kann unter dem Kopf eingeklappt werden; ist er ausgestreckt, so erkennt man an seinem Ende einen eigentümlichen Apparat. Es sind dies klappenförmige Lippenwülste, welche zusammengelegt und entfaltet werden können und welche das Vorderende der rinnenförmigen Unterlippe bilden (vgl. Abb. 56). Die Lippenwülste sind in ähnlicher Ausbildung auch bei Muscіden und Stratiomyiden vorhanden, welche die Blumen nur zum Pollenfressen besuchen. Wenn man z. B. eine Eristalis beim Pollenfressen beobachtet, so kann man feststellen, daß sie ein Klümpchen Blütenstaub zwischen die mit parallelen Chitinleisten ausgestatteten Lippenwülste nimmt und durch deren Aneinanderreiben zermahlt, d. h. es werden die miteinander verklebten Pollenkörner voneinander getrennt und in die Rinne der Unterlippe nach hinten geschoben. In der Rinne wird die Reihe von Pollenkörnern von stabförmigen, mit je einer Rinne versehenen Chitinstücken (Oberlippe und verwachsene Oberkiefer) erfaßt und nach hinten dem Munde zugeführt, wo sie dann durch Pumpwirkung angesaugt wird. Der eigentümliche Reibapparat an der Rüsselspitze ist allen pollenfressenden Dipteren gemeinsam, er fehlt den nur Honig saugenden Formen.

Aber unsere Syrphiden können mit ihrem Rüssel auch Honig saugen, und zwar tun sie das mit derselben Röhre, mit der sie auch den Pollen einschlürfen. Damit nun die Röhre in den Honig eintauchen kann, pressen sie die Lippenwülste an die Unterlage an, oder sie ziehen einen Teil des Rüssels ein. Die Formen mit langen Rüsseln können ziemlich tiefliegenden Honig erreichen, vor allem bei uns Rhingia rostrata, die vielfach Bienen- und Falterblumen besucht.

Ebenso lange und längere Rüssel besitzen die Hummelfliegen oder Bombyliden, welche ihren Saugapparat stets vorgestreckt tragen und vor allem im Schwirren saugen. Sie finden wie die höchst entwickelten Schwebfliegen sehr versteckt liegenden Honig. Sie besuchen rasch eine Blume nach der andern und ähneln in ihrem Benehmen wie in ihrem Aussehen manchen Bienen. Nebenbei sei bemerkt, daß die spitzen Borsten, zu denen Oberlippe und Kiefer umgebildet sind, die Bombyliusarten befähigen, saftiges Blütengewebe anzustechen und auszusaugen.

So sehen wir also bei den Dipteren eine hohe Stufe der Anpassung an Blumenbesuch erreicht: Rüsselform und -länge befähigen die Tiere, ähnlich sich zu ernähren wie die Bienen, die Behaarung von Fühlern, Augen und Untergesicht erleichtern das Vertragen des Pollens. Die Farbenempfindlichkeit, welche die höherstehenden Formen zu den roten, blauen und violetten Blumen mit verborgenem Honig lockt, und ihre Geschicklichkeit, alles das zeigt sie als hochangepaßte Blütenbesucher. Immerhin nehmen sie in jeder Beziehung eine Mittelstellung zwischen niedrig und hochangepaßten Formen ein, und wir müssen hervorheben, daß

Digitized by Google

Fig. 1. Ein Stück Rinde von Cinnamomum Zeylanicum Breyn. mit Cuscuta reflexa Roxb. Nat. Größe. Original.

Fig. 2. Ein Stück Rinde von Cinnamomum Zeylanicum Breyn. mit Cuscuta reflexa Roxb. Nat. Größe. Original.

Fig. 3. Ein Stück Rinde von Cinnamomum Zeylanicum Breyn. mit Cuscuta reflexa Roxb. Nat. Größe. Original.

Fig.

Die Mehrzahl unſerer Falter ſaugt aber den Honig mit dem zarten Rüſſel, der ſpiralig unter dem Kopf eingerollt getragen wird und deſſen eigenartige Doppelröhre in der Hauptſache aus den Laden der Mittelkiefer beſteht (vgl. Band I S. 290). Mit dieſem Rüſſel ſaugen die Schmetterlinge den Nektar, der oft tief in den Blüten verborgen iſt, wobei ſie ihren Saugapparat mit großer Geſchicklichkeit durch gebogene Röhren, an Hinderniſſen vorbei in die Tiefe verſenken müſſen. Manche Formen vermögen ſogar mit den ſcharfen Spitzen der den Rüſſel bildenden Kieferladen ſaftreiches Gewebe von Blüten, ſelbſt von Früchten anzuſtechen und auf dieſe Weiſe zu ſaugen.

Die Beziehungen der Falter zu den Blumen hängen, außer von der Tauglichkeit ihrer Sinnesorgane und von ihrer Geſchicklichkeit in der Handhabung ihrer Fähigkeiten, von der Länge ihrer Rüſſel ab. Dieſelbe iſt bei den einzelnen Gruppen von Schmetterlingen ſehr verſchieden. Wir finden Rüſſellängen:

Bei den Spinnern (Bombyciden)	1—4 mm
„ „ Spannern (Geometriden) . . .	4—12 „
„ „ Eulen (Noctuiden)	7—19 „
„ „ Tagfaltern (Rhopaloceren) . . .	5—28 „
„ „ Schwärmern (Sphingiden)	
„ einheimiſch	3—80 „
„ exotiſch	bis 250 „ .

Wir ſehen aus dieſer Tabelle, daß die Tagſchmetterlinge und vor allem die Schwärmer die höchſt angepaßten Saugapparate beſitzen und den tiefſtliegenden Honig zu erbeuten vermögen. Auch die Eulen ſind in vielen Gegenden von großer Bedeutung, ſpeziell bei uns ſpielen ſie im Tiefland eine Rolle, welche derjenigen der Tagſchmetterlinge nahekommt. Vor allem ſind da die Tageulen zu nennen, unter denen z. B. die Gammaeule (Plusia gamma Z.) ſehr auffällt, die ebenſo raſtlos wie ein Tagſchmetterling von Blüte zu Blüte flattert. Sie kann ziemlich tiefen Honig erreichen, da ihr Rüſſel 15—16 mm lang iſt.

Unter unſeren Tagfaltern ſind (nach Hermann Müller) folgende Rüſſelmaße zu bemerken:

Lycaena semiargus . . .	7—8 mm	Parnassias apollo . . .	12—13 mm
Argynnis pales	9—10 „	Anthocharis cardamines .	12 „
Vanessa atalanta	13—14 „	Pieris brassicae	16 „
„ cardui	13—15 „	„ napi	10—12 „
„ urticae	14—15 „	„ rapae	13—18 „
„ io	17 „	Rhodocera rhamni . . .	16—17 „
Papilio machaon . . .	18—20 „	Coenonympha pamphilus .	7 „
		Epinephele janira . . .	10 mm.

Unter den Sphingiden finden wir neben Formen mit relativ kleinen Rüſſeln die enormſten Rüſſeldimenſionen, die ſich überhaupt bei Inſekten haben nachweiſen laſſen. Auch für dieſe geben wir eine Tabelle:

Smerinthus tiliae	3 mm
Macroglossa stellatarum	25—28 „
Sphinx ligustri	37—42 „
„ (Protoparce) convolvuli . . .	65—80 „
exotiſche Sphingiden	140—160 „
Macrosilia cluentius Cr.	250 „

Digitized by Google

Wir erwähnten vorhin, daß bei uns im Tiefland die Tagschmetterlinge eine relativ geringe Bedeutung als Bestäubungsvermittler besitzen. In den Alpen ist ihr Anteil schon ein viel größerer, und auch in den Tropen spielen sie eine nicht unwesentliche Rolle. So finden wir denn in aller Welt eine große Anzahl von Blumen so speziell an den Falterbesuch angepaßt, daß wir „Falterblumen" als einen ganz besonders gut charakterisierten Typus unterscheiden müssen.

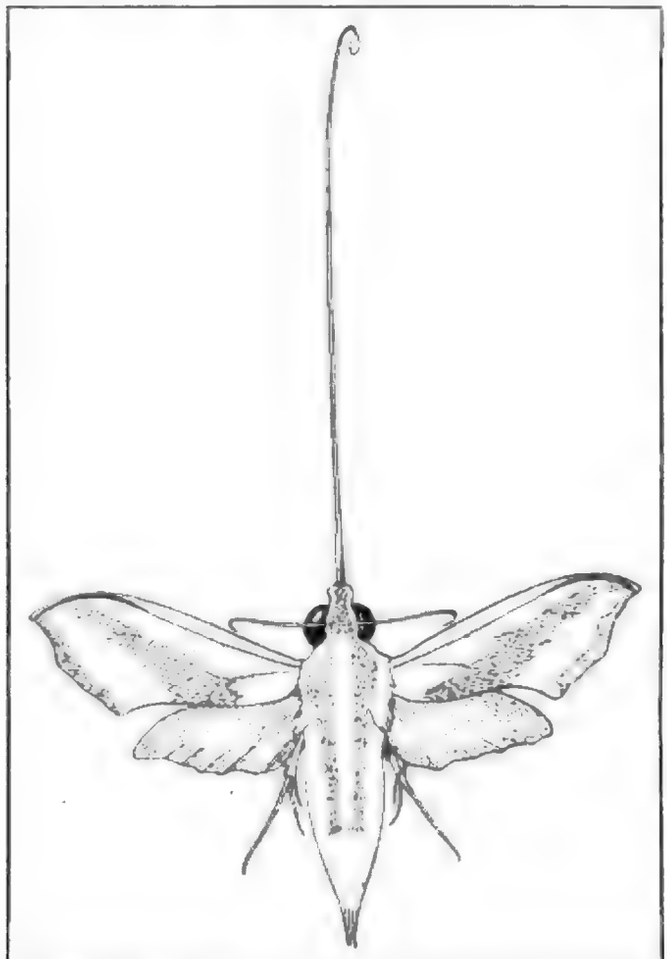


Abb. 58. Rüssellänge von Rhyncholaba acteus Cr.

Mit der Dünnheit des Schmetterlingsrüssels hängt es zusammen, daß bei solchen Falterblumen ein enger, röhrenförmiger Zugang den einzigen Weg zu dem tief verborgenen Honig darstellt. Da keine anderen Tiere über so lange Saugapparate verfügen, wie die in dieser Beziehung höchst entwickelten Schmetterlinge, so sind die an solche extrem angepaßten Blüten für gar keine anderen Blütenbesucher zugänglich.

Im übrigen können wir entsprechend den biologischen Besonderheiten der einzelnen Schmetterlingsarten zwei Hauptgruppen von Falterblumen unterscheiden, nämlich

1. Tagfalterblumen
2 Nachtfalterblumen.

Die Tagfalterblumen sind ausgezeichnet durch lebhafte Farben, vor allem rote Färbung ist bei ihnen häufig. Vielfach führen deutliche Saftmale zu den Quellen des Nektars. Würzige und kräftige Gerüche sind für Tagfalterblumen charakteristisch. Behaarte Teile an Kopf und Vorderbrust der Falter begünstigen die Übertragung des Pollens. Der Tagschmetterling, der eine Blume besucht, setzt sich auf dieselbe nieder, um Honig zu saugen. Demgemäß finden wir bei Tagfalterblumen vielfach geeignete Anflugplätze vorbereitet. Auch stehen die Tagfalterblumen mehr oder minder aufrecht und wenden dem von oben anfliegenden Insekt ihre Farbenpracht zu und bieten ihm Gelegenheit sich niederzulassen.

Die Nachtfalterblumen sind meist weiß, gelblich, blaßviolett usw. gefärbt; sie entbehren der brennenden Farben, die im Dämmerlicht nicht sichtbar wären, ebenso der Saftmale. Ihre Färbung ist geeignet, die spärlichen Lichtstrahlen nach Möglichkeit zu reflektieren. Ihr Duft ist meist süß, stark und durchdringend, so daß er auf weite Entfernungen wahrgenommen werden kann. Der Geruch wird vor allem in den Abend- und Nachtstunden ausgehaucht und ist am Tag vielfach kaum wahrnehmbar. Bei den Nachtfaltern finden wir auch ganz besonders hochentwickelte Geruchsorgane. Viele Nachtfalterblumen, besonders die Blüten von Büschen und Bäumen, kehren ihre hängenden Kronen nach unten, denn die Falter schwingen sich von unten zu ihnen heran. Die Besucher der höchst angepaßten Nachtfalterblumen sind

Digitized by Google

Dauerflieger, die Schwärmer, welche mit vorgestrecktem Rüssel zu den Blüten heranfliegen und dieselben umfliegen, ohne einen Ruheplatz auf ihnen zu suchen. Da also die Besucher im Fliegen saugen, fehlen den Nachtfalterblumen Anflugplätze.

Während die Tagfalter die Blumen meist in lässiger Weise umgaukeln, zeigen viele der Nachtfalter eine Ausdauer und Emsigkeit im Blumenbesuch, welche sie den Bienen und Hummeln vergleichbar macht. Die am Tag fliegenden Angehörigen von Nachtfalterfamilien, so die Gammaeule (Plusia gamma L.) oder der kleine Schwärmer Macroglossa stellatarum L., das Taubenschwänzchen, fallen unter den Tagschmetterlingen durch ihre Rastlosigkeit stark auf.

Hermann Müller hat beobachtet, daß ein Taubenschwänzchen in den Alpen in wenigen Minuten mehrere Hundert Blüten von Primula integrifolia, ein anderes mehrere Hundert Blüten von Gentiana bavarica, G. verna und Viola calcarata, zwei weitere in 4 bzw. 6¾ Minuten 106 bzw. 194 Blüten von Viola calcarata besuchten.

Diese Stetigkeit im Besuch der gleichen Blütenart sowie die Emsigkeit zeichnen auch die nächtlichen Schwärmer aus; so kommt es, daß die Schwärmer für die von ihnen besuchten Blumen von der allergrößten Bedeutung sind, und wir dürfen uns nicht wundern, daß Schwärmer und Blumen in der weitestgehenden Weise aneinander angepaßt sind.

Wir haben oben eine Tabelle der Rüssellängen bei Schwärmern gegeben; genau den dort angegebenen Maßen entsprechen die Längen der Blumenkronenröhren bei den an sie angepaßten Blüten. Den enormen Rüsseln tropischer Schwärmer entsprechen die langen Sporne von Orchideen und anderer exotischer Blumen. Wo eine Blume mit ganz besonders tief geborgenem Nektar entdeckt wird, da kann man sicher sein, daß zu ihr ein Schwärmer von entsprechender Rüssellänge gehört. Wie zu unserer Zaunwinde mit ihren nachts duftenden weißen Blütentrichtern der Windenschwärmer gehört (Sphinx (= Protoparce) convolvuli L.), von dessen Verbreitungsgebiet die Verbreitung der Winde abhängt, so zu jenen tropischen Blumenwundern Schmetterlinge, die zum Teil noch unbekannt sind. Als in Madagaskar die Orchidee Angraecum sesquipedale mit ihrem 29 cm langen, nektarbergenden Sporn entdeckt wurde, da kannte man noch keinen Schmetterling von annähernd gleicher Rüssellänge. Seither sind solche entdeckt worden, so Macrosilia cluentius mit seinem 25 cm langen Rüssel, und gerade bei den Beziehungen zwischen langröhrigen Blüten und Schwärmern haben sich manche Voraussagen wagen lassen, die glänzend eingetroffen sind.

Wenden wir uns schließlich den blumenbesuchenden Hymenopteren zu, so müssen wir zunächst feststellen, daß wir es mit der wichtigsten befruchtungsvermittelnden Insektengruppe zu tun haben; schon der Zahl nach, denn die Hälfte aller Blumeninsekten gehören zu ihnen. Nicht weniger wichtig sind sie aber durch die Art und Weise, in der sie den Blumenbesuch durchführen. Die Promptheit, Schnelligkeit und scheinbare Zielbewußtheit, mit der eine der höheren Bienen Blume auf Blume bei ihrem Sammelflug erledigt, wird von keinem Blumeninsekt übertroffen. Studieren wir die blumenbesuchenden Bienen genauer, so tritt uns deutlich die Tatsache entgegen, daß sie in zahllosen Einzelheiten und in den großen Hauptsachen des Lebens vollkommen von den Blumen abhängig sind; ihr Körperbau, das Funktionieren der Organe, die Lebensgewohnheiten, alles an ihnen zeigt die engsten Beziehungen zu den Blumen.

Natürlich gilt dies nicht gleichmäßig für das ganze Heer von Hymenopteren, das man mit größerer oder geringerer Regelmäßigkeit auf den Blumen antrifft. Auch hier finden wir alle Abstufungen der gegenseitigen Abhängigkeit; die einen gleichen den niederen Insekten darin, daß sie nur gelegentliche Besucher der Blumen sind, wohl sie auch plündern und schädigen, ohne Gegendienste zu leisten; von ihnen angefangen gibt es eine Unmenge von

Digitized by Google

Übergängen bis zu Formen, die vollkommen an die Blüten gebunden sind und das Abzeichen davon in Anpassungen ihres Körperbaues, weithin sichtbar mit sich herumtragen.

Auf weite Entfernung schon können wir eine Blumenbiene von einer Raubbiene, bzw. einer Wespe, oder von einer Gallwespe, Blattwespe, Holzwespe, ja oft sogar von einer der mit den Bienen nächstverwandten Grabwespen oder Schmarotzerbienen (vgl. Abb. 59) unterscheiden. Alle diese anderen Hymenopterengruppen sind durch einen glatten, oft glänzenden Chitinpanzer ausgezeichnet. Die Härchen, die bei ihnen als Sinneshaare natürlich auch vorhanden sind, bleiben klein, sind an Zahl relativ spärlich, bilden kleine Büschel und Fluren. Eine echte Blumenbiene ist aber mit einem richtigen Pelz bedeckt; eine Hummel bietet uns etwa ein geeignetes Beispiel dar. Natürlich sind nicht alle Formen so pelzig wie sie, aber alle haben irgendwo am Körper ihr Pelzchen, das eine verschieden große Ausdehnung besitzen kann.

Die Behaarung der Blumenbienen steht in enger Beziehung zu den besonderen Aufgaben, welche diese Tiere beim Blumenbesuch zu erfüllen haben. Zwar kleinere oder größere Pelzchen haben wir bei vielen der früheren Blumenbesucher schon kennen gelernt; bei Käfern, Fliegen, Schmetterlingen. Bei ihnen allen kamen sie wohl den Blumen zugute, da in ihnen leicht der Pollen hängen bleibt und dann mit Sicherheit auf andere Blumen übertragen wird. Die Insekten selber hatten aber davon weiter keinen besonderen Vorteil. Hier aber bei den Bienen liegt die Sache anders. Die Bienen wollen ja von den Blumen viel mehr als alle die anderen bisher betrachteten Insektengruppen. Sie suchen ja nicht nur für sich selbst Nahrung in den Blüten, sondern sie wollen hier für ihre große Nachkommenschar Vorräte einsammeln. Sie holen aus den Blumen Honig und Pollen heraus und den letzteren in vielfach sehr erheblichen Mengen. Beides transportieren sie zum Nest zurück, und zwar den Honig im Innern des Körpers und den Blütenstaub außen an ihm. Zu letzterem Zweck dient das Haarkleid.

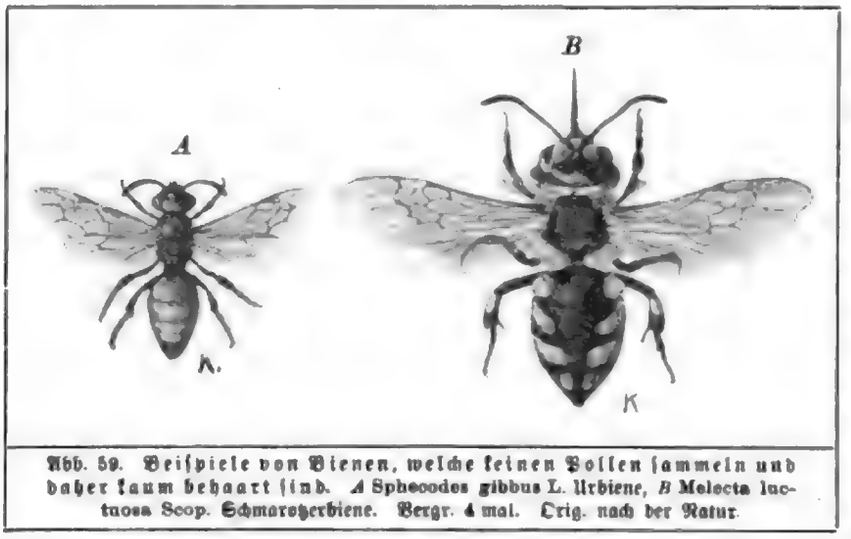


Abb. 59. Beispiele von Bienen, welche keinen Pollen sammeln und daher kaum behaart sind. *A* Sphecodes gibbus L. Urbiene, *B* Melecta luctuosa Scop. Schmarotzerbiene. Vergr. 4 mal. Orig. nach der Natur.

Bei den verschiedenen Bienenformen finden wir nun alle möglichen Ausbildungsstufen der Behaarung, aus der stufenweise ein regelrechter Sammelapparat für Pollen sich ableiten läßt. Es ist sehr interessant, daß Hand in Hand mit der Einrichtung zum Pollensammeln sich auch der Apparat zum Honigsaugen entwickelt; die Ausbildung beider Systeme ist nicht immer auf der gleichen Höhe, aber im allgemeinen können wir sagen, daß bei den niederen Blumenbienen eine niedere, bei den höheren Blumenbienen eine vollkommene Ausbildung der Anpassungen zum Pollensammeln und Honigsaugen sich vereinigt findet. Ebenso ist in der gleichen Stufenfolge die Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane, die Geschicklichkeit im Untersuchen der Blüten, die Blumenstetigkeit und damit der spezialisierte Nutzen für die Pollenübertragung gesteigert.

Die kurzrüsseligen Bienen, die nur wenig tiefliegenden Honig erreichen können, sind auch diejenigen, welche mit primitiven Sammelvorrichtungen ausgestattet sind. Als niederste

Digitized by Google

Bienen werden die Arten der Gattung Prosopis und ihre Verwandten bezeichnet. Sie haben einen fast kahlen Körper, und auch an den Beinen sind sie nur durch eine spärliche Behaarung der Fersen und des Schienenendes ausgezeichnet. Die Hinterbeine dienen bei vielen Hymenopteren als Putzapparate; so benützen auch die Prosopis vor allem die Fersen der Hinterbeine, die mit ihrer Behaarung wie eine Bürste wirken, als Vorrichtung, um Staub und Pollen von Körper und Beinen abzubürsten. Den Pollen fressen sie direkt aus den Blumen, wohl auch nachdem sie ihn von ihrem Körper gesammelt haben. Dabei dienen ihnen ihre kräftigen Mandibeln, welche vorn am Kopf sitzen und vorgestreckt werden können, ohne daß die übrigen Mundteile ausgeklappt werden. Letztere bilden einen kurzen, primitiven Rüssel mit breiter löffelförmiger Zunge, welcher nur in kurzröhrigen Blüten zum Honig gelangen kann. Diese Anpassungen des Mundapparates gehen nicht über das hinaus, was wir auch bei Grabwespen finden, die zwar für sich selbst Blumennahrung benötigen, ihre Larven in den Bruthöhlen jedoch mit eingefangenen Insekten versorgen. Die Prosopis dagegen speien aus ihrem Vormagen ein Gemisch von Blütenstaub und Honig in die Bruthöhlen, deren Wand sie durch eine Schleimlage abgedichtet haben; der Schleim ist ein Drüsenprodukt, welches mit der breiten Zunge aufgetragen wird. Das ausgespiene Gemisch bildet die Nahrung der sich entwickelnden Larven. Über die Art des Baues findet sich Näheres im Kapitel über Brutpflege.

Abb. 60. Hinterbein von Prosopis variegata mit sehr geringer Behaarung. Vergr. 13 mal. Orig. nach der Natur.

Die Gattung Sphecodes (Abb. 59 A) ist noch sehr wenig am Körper behaart, etwas mehr Haare sind an den Beinen, besonders an deren Außenseite vorhanden. An der Innenseite des Fersengliedes beginnt die Behaarung sich zur regelrechten Bürste zu entwickeln. Sphecodes sollte denn auch nach der Annahme von Hermann Müller den Pollen aus seiner Behaarung wieder herausbürsten und ihn als Larvenfutter verwenden. Nach neueren Forschungen ist allerdings die Frage noch nicht geklärt, ob Sphecodes wirklich ihre Larven mit selbst gesammelten Blumenprodukten ernährt, oder ob sie nicht eine Form ist, die als Schmarotzerbiene zu bezeichnen ist. Zum mindesten ist sie verdächtig, im Begriff zu sein von der ehrlichen Aufzucht ihrer Brut mit selbstgesammelten Blütenprodukten abzugehen und sie in die Nester von Halictus-Arten einzuschmuggeln. Für die Honiggewinnung ist Sphecodes bereits viel besser ausgerüstet als Prosopis; ihre Zunge ist länger und zugespitzt, kann also etwas tiefer in Blüten hineinreichen. Die Verwendungsart und Anordnung der Mundwerkzeuge ist sonst die gleiche wie bei Grabwespen und Prosopis. Im Gegensatz zu letzterer ist die Zunge zum Auskleiden und Glätten der Bruträume weniger geeignet.

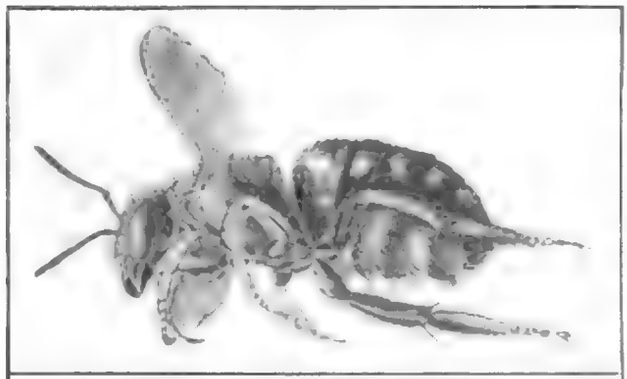


Abb. 61. Osmia sp. Bauchsammler.

Die nächst höheren Bienen beginnen nun eine Differenzierung der Sammelapparate zu zeigen, unter denen zwei Haupttypen sich ausbilden. Die allgemeine Körperbehaarung verliert an Bedeutung für das Pollensammeln, und es bilden sich an bestimmten Körperregionen Büschel oder Polster von Haaren aus, die ausschließlich in den Dienst des Sammelns treten.

Digitized by Google

Den erſten Typus repräſentieren die ſog. Bauchſammler; es ſind dies Bienen aus den Gattungen Anthidum, Chalicodoma, Megachile, Osmia uſw., überhaupt die ganze Unterfamilie der Megachilinen mit über 1200 beſchriebenen Arten, deren Bauchſeite mit einem ganzen Wald von ſchräg nach hinten gerichteten Haaren bedeckt iſt. Letztere ſind glatte, ungefiederte Borſten. Beim Beſuch der Blume wird der Pollen ganz von ſelber aufgebürſtet, oder die Biene macht Drehungen oder ſonſtige zweckdienliche Bewegungen mit ihrem Körper. Dieſe Bienen beſuchen Compoſiten, Papilionaceen uſw. Wie man ſich beim Öffnen ihrer Neſter überzeugen kann, ſind ſie imſtande, große Mengen Pollen zu ſammeln, und ſolcher bildet die Hauptnahrung ihrer Brut. Aus der Bauchbürſte ſchaben dieſe Bienen den trockenen Pollen mit den Haaren des Ferſenglieds der Hinterbeine heraus. Die Bienen, welche nur trockene Pollen ſammeln, ſo Osmia bicornis und O. cornuta, haben am Rücken und Abdomen zahlreiche gefiederte Haare; andere Arten jedoch, wie Megachile bombycina, Anthidium florentinum, Osmia aduncа und O. bidentata haben nur unverzweigte Borſten; ſie ſammeln in ihrer Bauchbürſte eine Paſte, gemiſcht aus Nektar und Pollen (nach Popovici-Baznozanu).

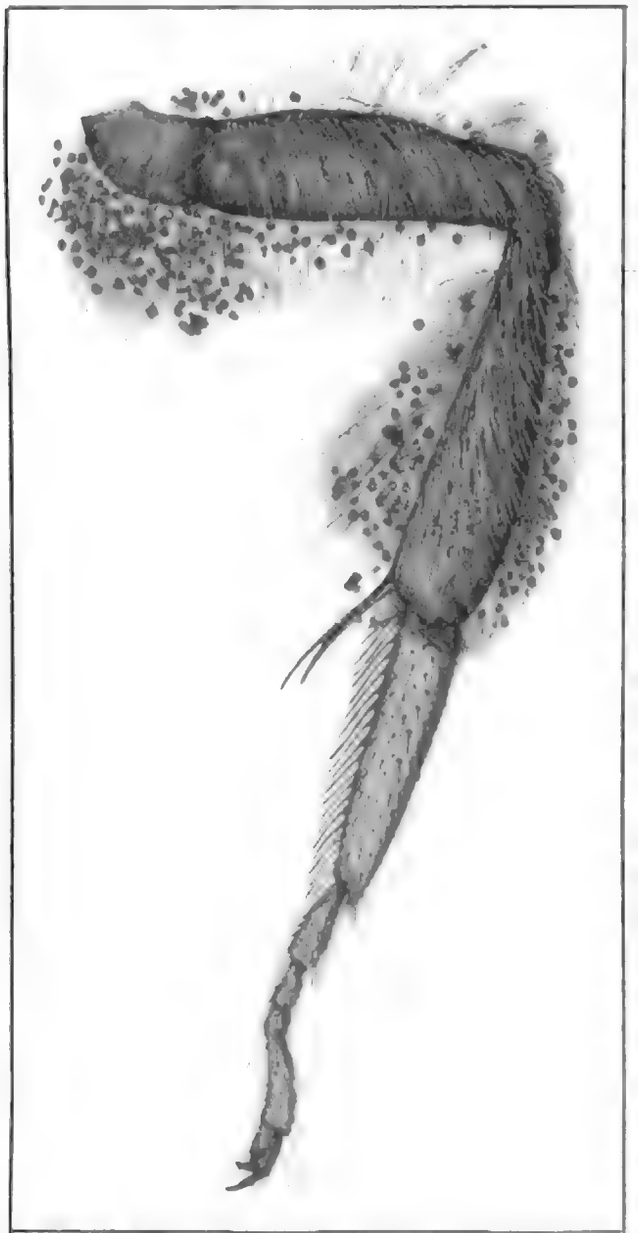


Abb. 62. Hinterbein von Andrena hatterfiana F. In den Fiederhaaren hängen zahlreiche Pollenkörner. Vergr. 13 mal. Orig. nach der Natur.

Während wir bei dieſer Gruppe zwar Verſchiedenheiten in der Ausdehnung des Haarkleids über die Bauchſeite und in der Länge, Dichte und Farbe der Haare feſtſtellen können, finden ſich keine Verſchiedenheiten, welche auf eine Vervollkommnung des Sammelapparates hinwieſen. Das iſt bei der anderen Gruppe, den Beinſammlern, ganz anders. Die Hinterbeine, das längſte Beinpaar der Bienen, kann ſo vom Körper abgeſpreizt werden, daß es beim Fliegen ſelbſt im beladenen Zuſtand kein weſentliches Hindernis bereitet. Um nun möglichſt Arbeit und Kraft zu ſparen und dennoch eine möglichſt hohe Sammelleiſtung zu erzielen, ſind beſondere Anpaſſungen notwendig. Auf zwei Wegen ſtreben dieſe Einrichtungen zur Vervollkommnung. Der eine beſteht in der Entwickelung eines dichten, langen, das ganze Bein und ſelbſt angrenzende Teile des Körpes bedeckenden Haarkleids. Das iſt z. B. bei der Gattung Dasypoda (D. plumipes Pz.) der Fall, welche an ihren Hinterbeinen Pollenpakete zuſammenbringen kann, die die Hälfte ihres eigenen Körpergewichtes beſitzen. Dieſer Pollen iſt trocken, d. h. er haftet nur infolge ſeiner eigenen Klebrigkeit leicht an den gefiederten Haaren, aus denen er herausgebürſtet

Digitized by Google

und im Neſt erſt mit Honig durchfeuchtet zu einer Nahrungskugel für die Larven zuſammengeballt wird. Ähnliche ſtarke Behaarung der ganzen Beine findet ſich auch bei den Arten der Gattungen Andrena und Halictus, bei denen übrigens die Differenzierung des Honigſaugapparates kaum über die Stufe von Sphecodes gelangt. Solche Formen mit ſtarker Behaarung der ganzen Schenkel bezeichnet man als Schenkelſammler. Die Tiere bewegen ſich relativ ſchwerfällig, auch werden ſie beim Fliegen leicht von ihrer Pollenausbeute verlieren.

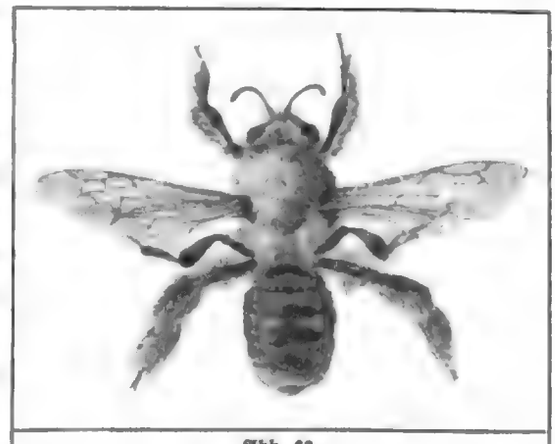


Abb. 63.
Dasypoda plumipes (Panz.) Hoſenbiene.
Vergr. 2½ mal. Orig. nach der Natur.

Die Vervollkommnungen erſtrecken ſich bei den ſpezialiſierteren Arten daher teils auf die Erleichterung der Bewegungen, teils auf die Fähigkeit, möglichſt viel Pollen mit möglichſter Sicherheit und geringſtem Kraftaufwand heimzubringen. Der Sammelapparat wird mehr und mehr auf die diſtalen Teile der Beine verlegt, d. h. die oberen Glieder der Beine werden haararm, und dafür bekommen die Haare der unteren Beinglieder eine beſondere Ausbildung und Anordnung. Auch konzentriert ſich die Behaarung auf die Außenſeite der Beine. Da die Sammelhaare vorwiegend an Schienen und Ferſen ſich finden, ſo ſpricht man von Schienenſammlern; die die Sammelhaare tragenden Glieder der Beine verbreitern ſich. Bei Panurgus ſind ſie noch kaum verändert, bei Andrena und Halictus ſind die Ferſenglieder verbreitert und das Bürſtchen in ſeiner Wirkung daher ausgiebiger, bei Macropis, Eucera und Anthophora ſind aber Ferſe und Schiene ſchon merkbar verbreitert. Bei manchen Formen, ſo den ſchönen großen Xylocopa-Arten, iſt faſt nur das Ferſenglied verbreitert, deſſen Außenſeite darum auch die Hauptlaſt des geſammelten Pollens zu beherbergen hat. Zwiſchen Eucera und Anthophora einerſeits, Macropis andererſeits findet ſich aber in der Art des Pollenſammelns ein weſentlicher Unterſchied. Eucera und Anthophora ſammeln wie die bereits erörterten Gattungen den Pollen trocken

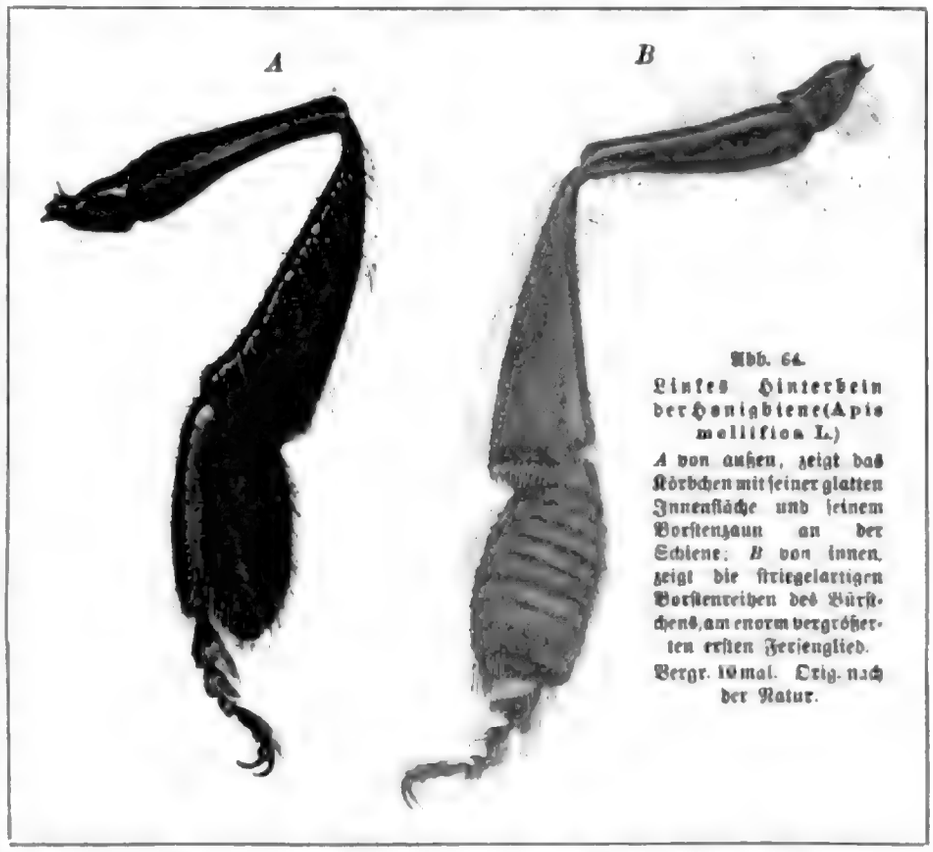


Abb. 64.
Linkes Hinterbein der Honigbiene (Apis mellifica L.)
A von außen, zeigt das Körbchen mit ſeiner glatten Innenfläche und ſeinem Borſtenzaun an der Schiene; *B* von innen, zeigt die ſtriegelartigen Borſtenreihen des Bürſtchens, am enorm vergrößerten erſten Ferſenglied.
Vergr. 10 mal. Orig. nach der Natur.

Digitized by Google

und bürsten ihn mit dem Haarbesatz der Innenseite des Fersenglieds aus den Fiederhaaren der Schiene heraus. Macropis dagegen befeuchtet den Pollen vor dem Sammeln mit ausgespienem Honig und bäckt auf diese Weise einen dicken Klumpen zusammen, der außer den Schienen auch die Fersen umhüllt, so daß bei der Reinigung die Fersenbürste nicht zur Anwendung gelangen kann.

Über diesen Punkt hinaus schreitet die Vervollkommnung bei den höchsten, den sozialen Blumenbienen, bei Bombus, den Hummeln, und Apis, der Honigbiene. Bei ihnen ist der Sammelapparat auf die Außenseite der Schiene beschränkt. Er besteht da nicht aus einem wirren Wald von Haaren, sondern die Haare sind an Zahl weniger geworden, haben aber eine besondere Anordnung bekommen. Es ist nämlich der zentrale Teil der Außenseite der Schiene haarlos und glatt, wie poliert. Diese freie Stelle ist von einem Zaun von Haaren umgeben, welcher bei Bombus aus vielen relativ ungeordneten Reihen von teilweise gefiederten Haaren besteht. Bei Apis dagegen bilden ihn wenige sehr regelmäßige Reihen einfacher, glatter, starrer Haare, die teils aufrechtstehen, teils nach innen gebogen sind. Das sind also die „Körbchen" der Bienen und Hummeln; in diese füllen sie den zusammengekratzten, mit Honig befeuchteten Blütenstaub hinein, der oft einen zusammengebackenen Klumpen bildet, der weit über den Zaun des Körbchens hinausreicht. Wenn eine Biene mit vollgeladenen Körbchen zum Stock heimkehrt, so sagt der Imker, sie hat „Höschen" an. Diese Höschen bestehen bei der großen Blumenstetigkeit der Biene meist aus dem Pollen einer einzigen Pflanzenart. Die Höschen können 3,5 mm lang, 2 mm breit sein; Hindenberg hat berechnet, daß sie 125000 Pollenkörner von Centaurea scabiosa enthalten, und zwar jedes der beiden Höschenbeine.

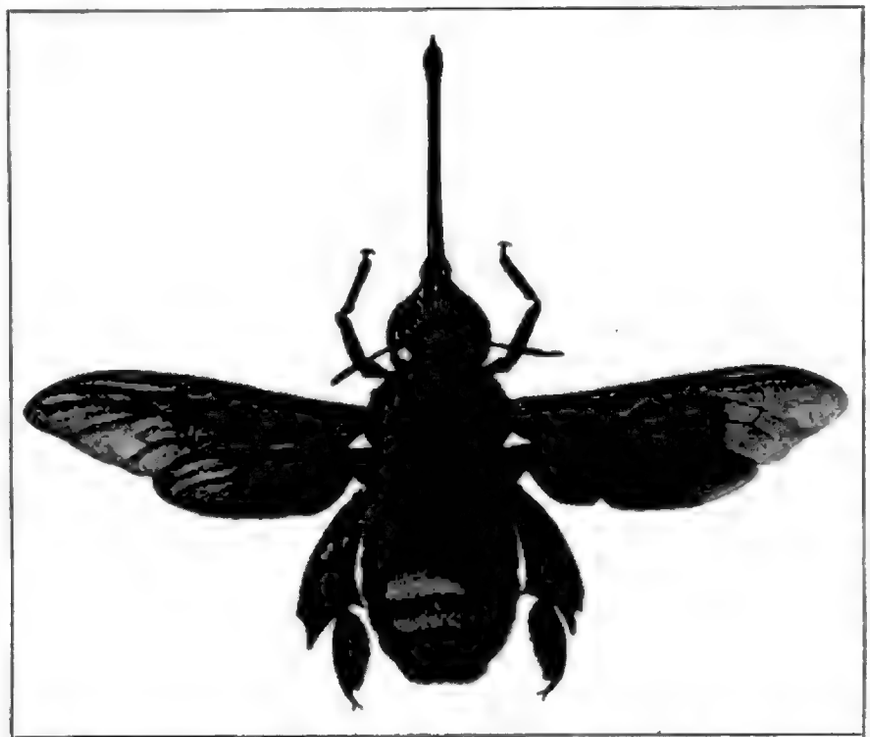


Abb. 65. Langrüsselige Blumenbiene Euglossa dimidiata F. Vergr. $^2/_3$ mal. Orig. nach der Natur.

Dieser zusammengebackene Pollenkuchen ist natürlich in dem Körbchen leicht und sicher zu transportieren, schnell hinein- und schnell abgeladen. Im Stock wird das Höschen von der heimkehrenden Biene mit den Beinen des mittleren Paares rasch abgestreift und den „Hausbienen" zur Verarbeitung übergeben. Die Methode bedeutet also für die emsigen Tiere eine bedeutende Zeit- und Arbeitsersparnis. Bei diesen höchsten Blumenbienen hat sich aber auch der Bürstenapparat an der Innenseite des ersten Fußgliedes zu hoher Spezialisation entwickelt. Solche Bürstchen finden sich ja bei allen Blumenbienen auf der Innenseite des Fersenglieds aller 6 Beine. Bei der Honigbiene sind sie nur auf den Hinterfersen in Vollkommenheit ausgebildet, am 1. und 2. Beinpaar sind sie viel primitiver. Es finden sich an

Digitized by Google

der Hinterferſe nämlich 9 parallele Reihen ſtarrer nach hinten gerichteter halbaufrechter Borſten; in der längſten Reihe ſtehen 24 Borſten nebeneinander. (Abb. 64.) Die Borſten haben untereinander einen Abſtand von 0,04 mm, und das entſpricht ungefähr dem Durchmeſſer der Pollenkörner, welche die von Bienen hauptſächlich beſuchten Blumen produzieren. Das ganze Gebilde mit ſeinen ſtarren drahtartigen Haaren ſieht faſt wie ein Pferdeſtriegel aus.

Es ſei übrigens hier hervorgehoben, daß eine Körbchenbildung ſich auch bei der großen ſolitären Tropenbiene Euglossa (Abb. 65) findet, der einzigen Solitären alſo, welche über dies Transportmittel verfügt. Man betrachtet ſie daher wohl auch als eine Übergangsform zu den Sozialen. Sie braucht ihr Körbchen nicht zum Pollentransport, ſondern um Baumharz einzuheimſen, welches ſie zum Neſt- und Zellenbau verwendet.

Auch in der Ausbildung des Honigſaugapparates finden wir bei den Beinſammlern eine aufſteigende Reihe. Wir haben oben den primitiven Saugrüſſel von Prosopis und Sphecodes beſprochen. Bei ihnen war die Zunge noch ſehr kurz, und zwar kürzer als das Kinn, in welches ſie zurückgezogen werden kann, ſie zeigte kaum Spuren von Querſtreifung, und die Haare waren auf der Oberfläche der Zunge unregelmäßig verteilt. Bei den höheren Bienen finden wir nun die auffälligſten Veränderungen der Zunge, und zwar finden wir Fortſchritte ſowohl bei den Bauchſammlern als auch bei den Beinſammlern. Es wird intereſſant ſein, zunächſt an der Hand einer Tabelle (nach Knuth) einen Blick auf die Rüſſellänge der einzelnen Bienengattungen und -arten zu werfen. Die Längen ſind als abſolute Längen, alſo in mm angegeben, da dieſe ja für die Erreichung des verborgenen Nektars in den einzelnen Blumentypen maßgebend ſind.

I. Rüſſellängen bei verſchiedenen Bienengattungen.

Bei den Arten von: Prosopis	1—1,25 mm	Rüſſellänge
„ „ „ „ Halictus	1,5—6 „	„
„ „ „ „ Andrena	2—7 „	„
„ „ „ „ Sphecodes . . .	3 „	„
„ „ „ „ Apis mellifica . .	6 „	„
„ „ Megachilinen (Europas) . . .	5—10 „	„
„ „ Eucera longicornis	10—12 „	„
„ „ Anthophora retusa L. . . .	15—17 „	„
„ „ „ acervorum L. .	19—21 „	„ .

II. Rüſſellängen bei verſchiedenen Arten der Gattung Bombus (Hummel).

Bombus terrestris	♀ 8—9 mm	♀ 9—11 mm
„ hypnorum	8—10 „	11—12 „
„ lapidarius	10—12 „	12—14 „
„ agrorum	12—13 „	14—16 „
„ hortorum	14—16 „	19—21 „ .

Bei den Hummelmännchen iſt der Rüſſel im Durchſchnitt 1—2 mm kürzer als bei den Arbeiterinnen der gleichen Art.

Wir ſehen eine allmähliche Steigerung der Rüſſellänge, welche aber durchaus nicht parallel mit der Ausbildung der Anpaſſungen zum Pollenſammeln geht. Während z. B. Apis die vollkommenſten Pollenſammeleinrichtungen beſitzt, wird ſie an Rüſſellänge von Eucera, Anthophora, Bombus, den tropiſchen Euglossa-Arten uſw. übertroffen. Wir werden ſpäter ſehen, daß die Ausbildungshöhe des Sammelapparates Beziehungen zur Art der Brutpflege

Digitized by Google

Fig. 1. Head of Worker Bee. (Enlarged about 12 times.)

Fig. 2. Head of Worker Bee, with the Mandibles removed. (Enlarged about 12 times.)

Fig. 3. Head of Worker Bee, with the Mandibles and Maxillæ removed. (Enlarged about 12 times.)

Digitized by Google

und ebenſo bei Andrena nun iſt die gleiche Fähigkeit erhalten, aber mit dem erwähnten Vorſchiebapparat kombiniert.

Bei den höheren Blumenbienen verlängert ſich die Zunge immer mehr, und bei dieſer Verlängerung leiſten ihr verſchiedene Beſtandteile der Mundwerkzeuge Geſellſchaft, während andere verkümmern. Vor allem ſind es die Kieferladen, welche eine ähnliche Länge wie ſie behalten und einen Behälter um ſie herumbilden, welcher ihre Zartheit ſchützt, ſowohl wenn ſie zurückgeklappt der unteren Kopfſeite anliegt, als auch wenn ſie vorgeſtreckt wird, um in Blumen einzudringen. Ebenſo machen die als Taſtorgane wichtigen Lippentaſter die Verlängerung mit. Bei Formen, deren Zunge eine gewiſſe Länge übertrifft, bleiben die Kiefertaſter zurück und verkümmern. Kieferladen und Lippentaſter jedoch umſchließen bei den höheren Formen, indem ſie ſich zuſammenſchließen, die Zunge wie ein Rohr, welches beim Honigſammeln als Saugrohr zu wirken hat.

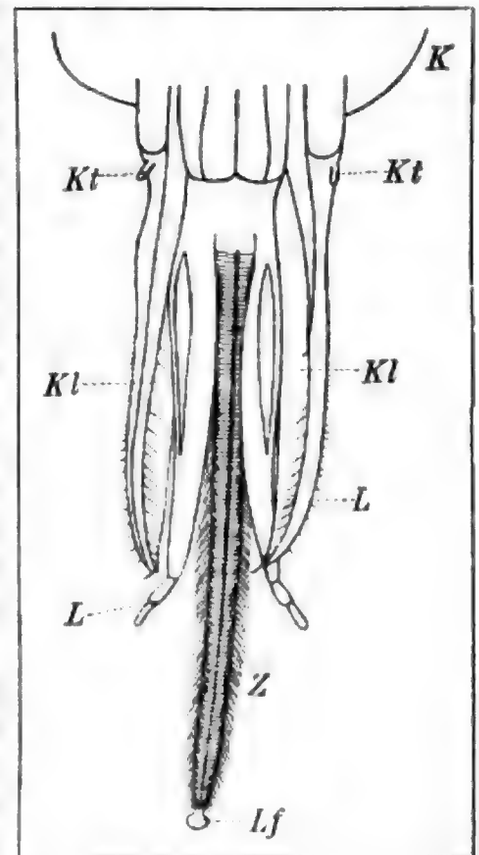


Abb. 67.
Mundteile der Honigbiene von unten geſehen. Zunge und Lippentaſter nicht vollſtändig ausgeſtreckt.
K Kinnwurzel, *Kt* Kiefertaſter, *Kl* Kieferladen, *L* Lippentaſter, *Z* Zunge, *Lf* deren Löffelchen.
Vergr. 20 mal. Nach Kirchner.

So entſteht der komplizierte Saugapparat, wie er uns beiſpielsweiſe bei der Honigbiene entgegentritt. Die Abbildung 67 zeigt uns den Rüſſel, der die Zunge umſchließt, wenn ſeine Teile zuſammengeklappt ſind. Bei der Honigbiene kann der ganze Apparat, der ja nicht mehr als 6 mm lang iſt, noch in eine Aushöhlung am Kinn zurückgeklappt werden, um den Mandibeln zu ihrer Arbeit Spielraum zu gewähren.

Wie Kieferladen und Lippentaſter um die Zunge ein Rohr bilden, zeigt ſchön Abb. 68, in welcher die 4 Stücke auf dem Querſchnitt dicht aneinanderſtoßen. Der Querſchnitt zeigt auch einen Einblick in den komplizierten Bau der Zunge ſelbſt. Wie man ſieht, beſteht die Zunge aus einer dünnen Chitinlamelle, welche in der Mitte verdickt iſt. Die Lamelle iſt an den Rändern nach unten umgeſchlagen, und durch dieſe Einrollung entſtehen zwei enge Röhren, welche durch die ganze Zunge nebeneinander verlaufen. Die verdickte Stelle ſchließt einen Stab dichteren Chitins ein, der ſelbſt wieder von einer feinen ventralen Rinne durchzogen wird. Die Ränder dieſer feinen Rinne ſind mit zarten Härchen beſetzt, ſo daß ſie geſchloſſen und zu einer Kapillarröhre umgewandelt wird. Die Außenſeite der ganzen Zunge iſt mit dicht aufeinanderfolgenden Haarwirteln beſetzt. Die Spitze der Zunge endet in einer haftſcheibenartigen Verbreiterung, dem Löffelchen.

Dies Löffelchen taucht die Biene in die Honigbehälter von noch nicht erprobten Blumen; dann ſteigt die Flüſſigkeit nur in der zentralen Kapillarröhre aufwärts, ohne andere Teile der Mundwerkzeuge zu benetzen. Ebenſo muß ſie übrigens verfahren, wenn ſie ganz beſonders tiefliegenden Honig ausbeuten will.

Will die Biene Honig ſaugen, der nicht ganz ſo tief liegt, aber immerhin ein volles Ausſtrecken der Zunge erfordert, ſo taucht ſie das ganze vordere freie Ende in den Nektar; bei ganz ausgeſtreckter Zunge reicht ja das vordere Ende frei aus der durch Kieferladen und Lippentaſter gebildeten Röhre hervor, welche das hintere Ende umſchließt. Dann ſteigt

Digitized by Google

durch Kapillarität zunächst wiederum in dem zentralen Röhrchen, ferner in den beiden seitlichen Röhren, aber auch in den äußeren Wirtelhaaren der Honig empor. Nun kommt derjenige Teil der Tätigkeit hinzu, welche den Mundgliedmaßen der Biene die Bezeichnung als leckende Werkzeuge eingetragen hat. Es wird nämlich die in den Nektar eingetauchte Zungenspitze, wenn sie gut durchnäßt ist, in regelmäßigen Intervallen zurückgezogen; da während dieser Bewegung Kieferladen und Lippentaster ein geschlossenes Rohr bilden, kann der Honig seinen Weg mundwärts fortsetzen. Und zwar geschieht dies zunächst unter Mitwirkung der Wirtelhaare auf der Außenseite der Zunge, die sich fortschreitend aufrichten und den Honig aufwärtspressen; ferner kommt als Hauptkraft die vom Schlund ausgehende Saugwirkung hinzu. An der Basis der Zunge umgreifen sie die Nebenzungen und leiten so auch den an der Unterseite emporsteigenden Honiganteil auf die Oberseite und so in den Schlund, von wo er durch die Speiseröhre in den Honigmagen gleitet.

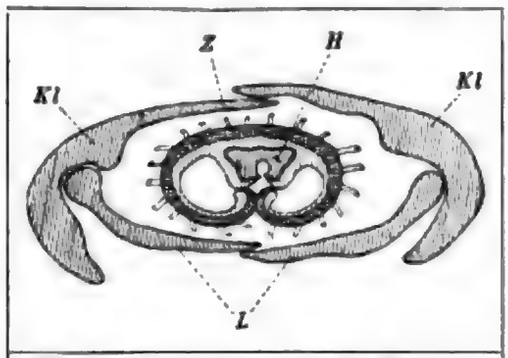


Abb. 68. Querschnitt durch die Mitte des Rüssels der Honigbiene, etwas schematisiert. *Kl* Kieferladen, *L* Lippentaster, *Z* Zunge, *H* der in der Zunge liegende Hornstab. Vergr. 100 mal. Nach Ludwig. Aus Kirchner.

Die Abb. 69 zeigt deutlich diesen Weg unter den Nebenzungen in die trichterförmige Mundhöhle und von da in den engen Schlund, letzterer hat muskulöse Wandungen, die ihn rhythmisch erweitern und zusammenziehen können, so daß er eine Saugpumpenwirkung ausüben kann, deren Kraft in der Rüsselröhre wirksam wird, wenn die sog. Mundklappe (K) eine luftdichte Verbindung von Schlund und Saugröhre herbeiführt.

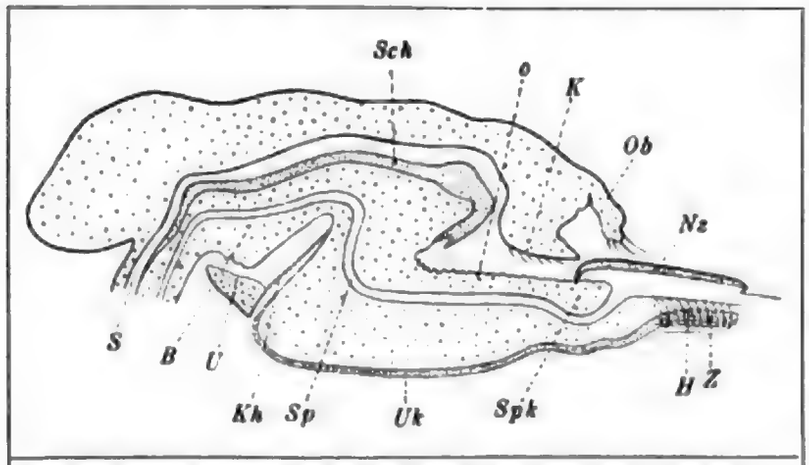


Abb. 69. Mittlerer Längsschnitt durch den Kopf der Honigbiene, etwas schematisiert.
Z Basis der Zunge, *Ns* Nebenzunge, *H* Hornstab der Zunge, *Ob* Oberlippe, *K* Mundklappe, darunter der Mund, *ScA* Schlundplatte, *o* obere Membran der Unterlippe, *S* Speiseröhre, *UK* untere Lamelle des Kinnes, *Spk* Speichelklappe, *Sp* Speichelgang, *B* hintere Basis der Schädelausböhlung, *U* Unterkinn, *Kh* Kehlhaut. Vergr. 20 mal. Nach Breithaupt. Aus Kirchner.

Ist diese Anpassung der Mundteile an das Honigsaugen nicht noch wunderbarer als die Vorrichtungen zum Pollensammeln, und hat nicht Graber vollkommen recht, wenn er sagt, daß das wunderbarste an diesem ganzen Mechanismus nicht seine Gestaltung, sondern das sachgemäße Zusammenwirken seiner Teile ist?

Mit ihrem 6,5 mm langen Rüssel kann die Honigbiene nicht jeglichen Honig erreichen, aber sie kann, weil sie über eine mittlere Rüssellänge verfügt, eine große Menge von Blumen ausbeuten, wobei sie nach Farbe und sonstigen Einrichtungen die eigentlichen Bienenblumen bevorzugt. Auf der Blume läßt sich die Biene zum Saugen nieder; fliegt sie zu einer neuen Blüte, so behält sie die härteren Teile des Rüssels vorgestreckt, die zarte Zunge zieht sie aber in die Röhre zurück. Wenn sie allerdings Pollen in der Blüte holen will, so muß sie den ganzen Rüssel unter das Kinn zurückklappen; sie bringt dann den Mund an die Pollenvorräte der Blume ganz nahe hin, um sie mit etwas Honig zu bespeien. Eine Apis kann

Digitized by Google

also nur ein Geschäft auf einmal ausführen, während niedere Bienen, z. B. Bauchsammler, sehr wohl gleichzeitig Pollen sammeln und Honig saugen können.

In der Rüssellänge wird die Honigbiene, wie wir sahen, von einigen Hymenopterengattungen ganz wesentlich übertroffen, so von den Hummeln. Diese sind also für das Honigsaugen noch weiter spezialisiert, viele Blumen sind ihnen zugänglich, welche die Bienen nicht ausbeuten können. Diese Länge ihres Rüssels erfordert auch noch weitergehende Anpassungen zu seiner Schonung, als wir sie bei den Bienen antrafen. Es kann nämlich der ganze, übrigens stark vorschiebbare, Rüssel vollkommen umgeklappt und wie ein Taschenmesser zusammengelegt werden. So kann der mächtige Saugapparat, der manchmal die Länge des Körpers erreicht und übertrifft, wohlverwahrt in der Aushöhlung an der Unterseite des Kopfes getragen werden. Bei exotischen Bienen (Anthophora und Euglossa-Arten) ist aber der Rüssel so lang geworden, daß das Zusammenklappen nicht ausreicht, und er muß sich der ganzen Körperunterseite anlegen, manchmal bis zum Hinterende hin.

Wir sehen an diesen Darstellungen, wie berechtigt wir waren, oben S. 110 so scharf zwischen den langrüßligen und den kurzrüßligen Blumenbienen zu unterscheiden. Beide sind an ganz verschiedene Typen von Blüten angepaßt, und an beide sind verschiedene Blüten angepaßt. Die Hummeln und die anderen langrüßligen Formen können Blumen ausnützen, die außer ihnen nur Faltern zugänglich sind. Ferner können wir feststellen, daß während niedere kurzrüßlige Bienen noch gelbe und weiße Blumen bevorzugen, die höheren Formen immer exklusiver sich roten, blauen, violetten zuwenden. Diese sind es denn auch, welche durch besondere Vorrichtungen für sie reserviert werden; der Pollen und Nektar ist bei diesen hochdifferenzierten Immenblüten so versteckt, die Blütenmechanik vielfach so verwickelt, daß es hoch ausgebildeter psychischer Reaktionsfähigkeit bedarf, um das „Sesam" zu öffnen, um zu den gesuchten Blütenprodukten zu gelangen. Es handelt sich dabei oft um ein wirkliches Öffnen von verschlossenen Nektarbehältern, wie bei Nigella damascena, der bekannten Zierpflanze „Gretel im Grünen", deren Nektarkrüglein mit Deckeln verschlossen sind, die die Biene aufheben muß. Das erfordert einen nicht geringen Grad von Geschicklichkeit. Bei den verschiedensten Typen von Bienen ist es zu weitgehender gegenseitiger Abhängigkeit einzelner Bienengattungen ja selbst -arten und zugehöriger Pflanzen gekommen. Friese hat zahlreiche interessante Beispiele dafür gegeben, z. B. bei den Gattungen Podalirius, Eucera usw. So hat er beobachtet, daß in Ungarn die mit hochentwickelten Mundteilen versehenen Eucera-Arten sich gesetzmäßig nur auf je einer Blütenart von hoher Differenzierung fanden, und zwar in folgender Verteilung:

Eucera dalmatica	auf	Echium altissimum
„ nitidiventris	„	Borago officinalis
„ curvitarsis	„	Anchusa officinalis
„ parvicornis	„	Normea pulla.

Wie hoch entwickelt die „Intelligenz", wenn wir es so nennen wollen, bei den höheren Blumenbienen ist, beweist z. B. die Tatsache, daß sie vielfach den erschwerten, normalen Umweg zum Honig zu vermeiden verstehen, und auf dem direkten Weg durch Aufnagen der Blumenkronenröhre in illegaler Weise zum Honig gelangen. Diese Methode ist vor allem bei den relativ kurzrüßligen Hummelarten beliebt.

Gemeinsam ist übrigens unseren Immenblumen der Besitz einer Landungsstelle für die anfliegenden Hymenopteren, deren europäische Vertreter alle im Sitzen saugen. Die exotischen Formen der Gattungen Anthophora, Eucera und Euglossa saugen vielfach schwebend, so daß die an sie angepaßten Blumen der Anflugsstelle entbehren können.

Digitized by Google

Zum Schluß müſſen wir noch zwei eigenartige Formen der Beziehung von Inſekten zu Blüten erörtern, die zwar ſchon oft behandelt worden, aber von ſo eigenartigem Intereſſe ſind, daß wir ſie nicht übergehen dürfen. Es ſind das Fälle, in denen das Prinzip auf die Spitze getrieben erſcheint, welches uns ſchon einige Male begegnet iſt, daß nämlich von der Pflanze etwas geopfert wird, um durch Befriedigung der Inſekten die eigene Befruchtung zu ſichern.

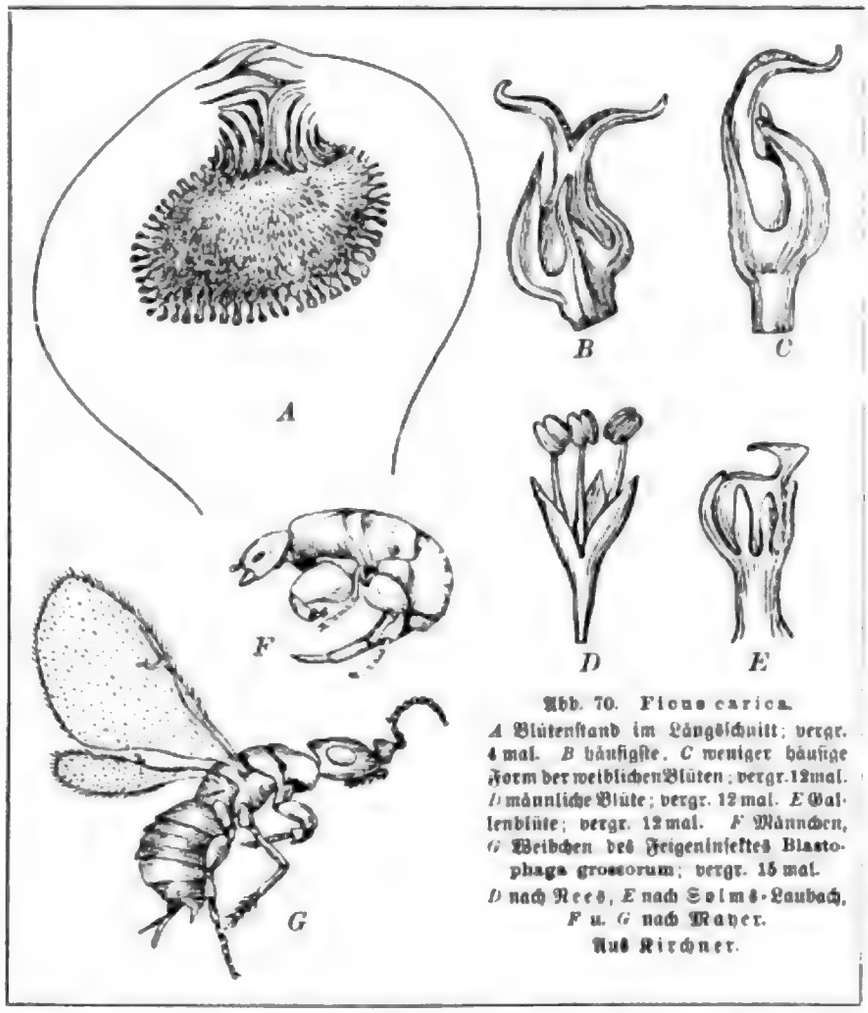


Abb. 70. Ficus carica.
A Blütenſtand im Längsſchnitt; vergr. 4 mal. *B* häufigſte, *C* weniger häufige Form der weiblichen Blüten; vergr. 12 mal. *D* männliche Blüte; vergr. 12 mal. *E* Gallenblüte; vergr. 12 mal. *F* Männchen, *G* Weibchen des Feigeninſektes Blastophaga grossorum; vergr. 15 mal.
D nach Rees, *E* nach Solms-Laubach, *F* u. *G* nach Mayer.
Aus Kirchner.

Den einen Fall bietet uns die Befruchtung der Yucca, den andern diejenige der Feigen.

Letzteren wollen wir zuerſt betrachten. Die Feigenbäume ſind in den Tropen der neuen und alten Welt verbreitete Pflanzen, zu denen viele Urwaldrieſen, der heilige Feigenbaum der Inder, unſer Gummibaum, die italieniſche Feige uſw. gehören. Sie alle haben ähnliche Befruchtungsvorgänge, in denen ſie von Inſekten aus der Gruppe der Gallweſpen abhängig ſind. Am genaueſten iſt der Zuſammenhang beim ſüdeuropäiſchen Feigenbaum ſtudiert (Ficus carica L.), deſſen Blüten, richtiger Blütenſtände, gewöhnlich vom Laien für junge Früchte gehalten werden. Sie ſehen auch ſchon ganz ähnlich aus wie fertige Feigen. Schneiden wir einen ſolchen Blütenſtand durch, ſo ſehen wir, daß er hohl iſt, eine recht dicke Wand beſitzt, und daß der Hohlraum der Urne am Scheitel eine Öffnung hat, die durch einige umgeſchlagene Schuppenblätter loſe verſchloſſen iſt (Abb. 70 A). Die Wand wird ſpäter zum Fruchtfleiſch der Feige; jetzt iſt ſie der Boden des Blütenſtands. Derſelbe iſt von zahlreichen Einzelblüten bedeckt, deren jede eingeſchlechtig iſt. Am gleichen Baum finden wir ſtets dieſe eingeſchlechtigen Einzelblüten in jedem Blütenſtand in der gleichen Verteilung Unterſuchen wir aber Blütenſtände von verſchiedenen Bäumen, ſo treten uns Verſchiedenheiten entgegen, die ſehr wichtig und intereſſant ſind.

Schon im Altertum unterſchied man zwei Sorten von Feigenbäumen, den gewöhnlichen oder zahmen Feigenbaum und den wilden Feigenbaum, den die Römer Caprificus nannten, die Italiener Profico nennen. Nur der zahme Feigenbaum bringt genießbare Früchte, während diejenigen des Caprificus hart und trocken ſind. Aber ſchon die Alten wußten zu berichten, daß die Eßfeigen beſſer werden, nicht zu früh abfallen und ſchön ausreifen, wenn in ihrer Nachbarſchaft ein wilder Feigenbaum wächſt. Solch ein Caprificus wurde daher mit Vor-

Digitized by Google

bedacht in die Anpflanzung der Feigenbäume hineingeſetzt, oder man holte doch die Feigen eines ſolchen herbei und hing ſie am zahmen Feigenbaum auf. Dieſe „Kaprifikation" wird noch heutigen Tages mit gutem Erfolg in vielen Gegenden durchgeführt und iſt folgendermaßen wiſſenſchaftlich zu begründen.

Von den wilden Feigen wird etwas durch fliegende Inſekten auf die zahmen Feigen transportiert, und dies Etwas iſt Pollen. Die Blütenſtände der wilden Feige enthalten männliche und weibliche Blüten. Die männlichen ſind in einem Ring um den Ausgang der Urne angeordnet; ſie ſind kurzgeſtielt und produzieren 2—3 Staubblätter (vgl. Abb. 70). Den Grund der Urne nehmen die länger geſtielten weiblichen Blüten ein, beſtehend aus einem kugeligen Fruchtknoten mit einer verkümmerten Narbe und einigen kümmerlichen Hüllblättchen. Dieſe Blüten ſind gar nicht zur Befruchtung beſtimmt, ſondern ſie werden als Gallenblüten bezeichnet, da in ihnen regelmäßig die Larven einer kleinen Gallweſpe zur Entwickelung kommt, der Blastophaga grossorum Grav., welche die Samenanlagen vollkommen zerſtört. So iſt alſo ein Blütenſtand einer wilden Feige praktiſch rein männlich. Umgekehrt ſind die Blütenſtände der zahmen Feige von vornherein, alſo ohne Schuld eines Paraſiten, rein weiblich. Hie und da findet ſich einmal eine männliche Blüte, aber normalerweiſe iſt die ganze Innenwand nur mit weiblichen Blüten bedeckt.

Die kleine Gallweſpe hat in Italien (d. h. in der Gegend von Neapel nach Graf Solms und Paul Mayer) im Jahr drei Generationen, dieſen entſprechen bei wilder und zahmer Feige drei Blütenfolgen, 1. Blütenſtände, die überwintern, 2. ſolche, die im Juni reifen, und 3. ſolche, die im Spätherbſt reifen. Auf dem wilden Feigenbaum verlaſſen im Frühling (April) befruchtete Weibchen, die dort als Larven überwintert hatten, die Blütenſtände und wandern in die bereits vorhandenen Blütenanlagen der Sommergeneration ebenfalls am wilden Feigenbaum ein. An den zahmen Feigenbäumen war die erſte Fruchtgeneration im Februar aufgetreten, aber in verkümmertem Zuſtand und bald abgefallen, ohne ſich zu entwickeln.

Die Weibchen der Gallweſpe, welche in die Blütenſtände der wilden Sommerfeigen eingewandert waren, fanden dort wohlentwickelte weibliche Blüten vor, deren Griffel gerade ſo kurz iſt (Abb. 70E), daß ihr Legebohrer durch denſelben bis in die Fruchtknotenhöhle verſenkt werden kann, wo das Ei ſich in eine weiße fußloſe Larve umwandelt, die das ganze Innere des Fruchtknotens ausfrißt, worauf ſie ſich verpuppt. Im Juni ſchlüpfen aus den Puppen die Gallweſpen aus und zwar zuerſt Männchen, dann Weibchen. Die Weibchen werden im Innern der Urne von den ſie erwartenden flügelloſen Männchen befruchtet und ſuchen dann das Freie zu gewinnen. Nun ſind aber die Feigen ausgeſprochen proterogyn; jetzt erſt ſind bei ihnen die den Ausgang umſtehenden männlichen Blüten aufgegangen und beſtreuen die ſich vorbeizwängenden Blastophagaweibchen mit Pollen. Jene laufen nun meiſtens, ſie fliegen ſelten zu anderen Blütenſtänden und drängen ſich ins Innere derſelben. Um dieſe Zeit blühen nun die zweiten Generationen von wilder und zahmer Feige. In den wilden wiederholt ſich der Vorgang, den wir gerade für die Frühjahrsgeneration beſchrieben: Zerſtörung der meiſten Samenanlagen, hie und da iſt einmal eine ſolche regelrecht befruchtet und ergibt normalen Samen. In den zahmen jedoch ſuchen die Gallweſpenweibchen vergeblich ihre Eier unterzubringen. Die weiblichen Blüten haben hier alle einen ſo langen Griffel (Abb. 70B u. C), daß ſie durch denſelben hindurch — und nur ſo verſuchen ſie zu ſtechen — die Fruchtknotenhöhle nicht zu erreichen vermögen. Bleibt jedoch das Ei im Griffel ſelbſt liegen, ſo verdorrt es alsbald mit demſelben. Aber etwas anderes müſſen die Gallweſpen hier in den Blütenſtänden der zahmen Feigen leiſten; ſie laden hier auf den wohlentwickelten Narben den Pollen ab, den ſie von der wilden Feige

Digitized by Google

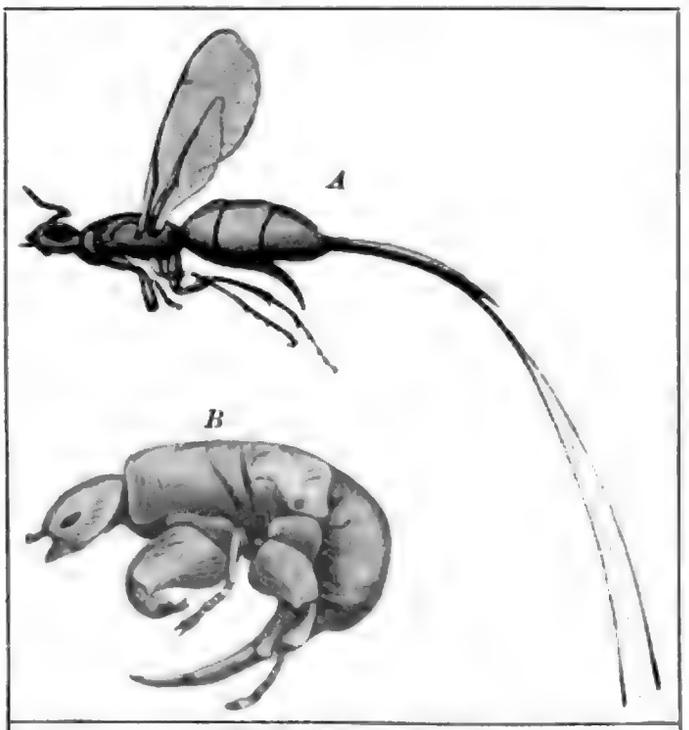


Abb. 71. Feigenwespen.
A „Ichneumon" ficarius Cav. ♀, vergr. 12 mal *B* Blastophaga grossorum Gravenhorst ♂. Vergr. 25 mal. Nach Paul Mayer.

mitbringen, und der die Befruchtung bewirkt. Nur wenn dies geschehen ist, entwickelt sich die schöne Frucht der echten Smyrnafeige.

Bei der Eßfeige legt sich nun noch eine dritte Blütengeneration im gleichen Jahre an, die aber meist im Herbst infolge der ungünstigen Witterung zerstört wird und unreif abfällt. Die dritte Blütengeneration der wilden Feige jedoch überwintert und mit ihr die sie bewohnenden Larven der Blastophaga, von denen wir vorhin bei unserer Schilderung ausgingen.

Daß die Befruchtung von Bedeutung für die normale Entwickelung der guten Smyrnafeigen ist, hat sich überall gezeigt, wo man sie importierte, ohne daß der Caprificus mit der Blastophaga zur Hand war. So gab sie z. B. in Californien minderwertige Früchte, bis Eisen auf die Idee kam, mit einer Vogelfeder Pollen eines Caprificus auf die Blütenstände einer Smyrnafeige zu übertragen. Das ergab wundervolle Früchte, und in der Folge hat man dann auch die Blastophaga in Amerika eingeführt und erzielt seither große Ernten schönster Smyrnafeigen.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei hier kurz erwähnt, daß in vielen Gegenden Feigenrassen gezogen werden, welche gute Früchte auf parthenogenetischem Wege liefern; sie können der Befruchtung und damit des Caprificus und seines Gallinsektes entbehren.

Die Besucher der tropischen Feigenbäume sind ebenfalls Chalcididen; viele von ihnen gehören auch zur Gattung Blastophaga, doch auch zu zahlreichen anderen Gattungen (Sycophaga, Sycorrhyctes u. a.). Nicht selten finden sich mehrere Arten aus solchen bei einer Feigenart.

Hier sind also sehr enge Beziehungen zwischen Insekt und Pflanzen zu konstatieren; die Fruchtbarkeit einer großen Anzahl von Samenanlagen wird geopfert, um die Befruchtung zu sichern. Etwas Ähnliches finden wir bei einer Anzahl anderer Pflanzen.

Einige unserer einheimischen Pflanzen, Lichtnelken und Verwandte, so Silene nutans, S. inflata, Lychnis flos cuculi, Saponaria-Arten werden von kleinen Eulen besucht, welche Honig saugen, Blütenstaub übertragen und dabei mit langer Legeröhre ihre Eier in den Fruchtknoten versenken. Die Raupen dieser Eulen aus den Gattungen Mamestra und Dianthoecia fressen einige der Samenanlagen, während die anderen zur Reife gelangen. Anthyllis, Colutea usw. werden in ähnlicher Weise von Bläulingen befruchtet.

Die merkwürdigste Entwickelung dieser Beziehungen tritt uns aber bei den nordamerikanischen Yucca-Arten entgegen. Die Befruchtung dieser schönen Blumen wird durch eine kleine Motte aus der Familie der Tineiden ausgeführt, und zwar in einer Art und Weise, welche weitgehende aktive Mitwirkung des Tieres erkennen läßt. Die Motte trägt nämlich Pollen, den sie mit einem besonderen Sammelapparat gewonnen hat, von einer Blüte zur anderen;

Digitized by Google

of the female. The male is 1.5 to 2 cm. long, the female about 2.5 cm. The male has a pair of large mandibles, which are absent in the female. The female has a pair of large ovipositors, which are absent in the male. The male has a pair of large antennae, which are absent in the female. The female has a pair of large wings, which are absent in the male. The male has a pair of large eyes, which are absent in the female. The female has a pair of large legs, which are absent in the male. The male has a pair of large genitalia, which are absent in the female. The female has a pair of large ovipositors, which are absent in the male.

Fig. 1. Male of *Lucanus cervus*.

3. Pulmonary Veins.

These are the veins which carry the blood from the lungs to the left auricle of the heart. There are four of them, two from each lung.

Fig. 39.—Diagram of the Pulmonary Veins.

The pulmonary veins are not shown in Fig. 38, but they are represented in Fig. 39, which is a diagram of the heart and lungs as seen from behind. The heart is represented as cut across, so that the left auricle is seen, and the pulmonary veins are shown entering it.

The pulmonary veins are the only veins in the body which carry arterial blood.

bestand. Die in diesen Weihern eingesetzten Karpfen „grasten" nun geradezu auf dieser eigenartigen Weide und wurden dick und fett dabei.

Eine besondere Stellung nehmen die Cölenteratenfresser ein, denn die wehrhaften Nesseltiere sind gegen die Angriffe vieler Widersacher durch ihre Nesselkapseln sehr ausgiebig geschützt. Es seien hier nur einige hierher gehörige Formen erwähnt; ihre besonderen Anpassungen werden erst verständlich sein, wenn wir die Schutzanpassungen ihrer Opfer studiert haben, was erst im nächsten Hauptstück geschehen soll. Natürlich soll auch von jenen Tieren nicht die Rede sein, welche kleine planktonische Cölenteraten gelegentlich als Bestandteile einer größeren Mahlzeit aufnehmen. Die gefräßigen Rippenquallen (Ktenophoren) aus der Gattung Beroë fressen nicht nur ihre fast ebenso großen Artgenossen, sondern oft viel größere Individuen anderer Ktenophorenarten; so beobachtete Chun eine Beroë forskali Ch., die eine Eucharis verschlang, deren zarter Körper ihren eigenen um das Doppelte an Größe übertraf. Unter den Stachelhäutern sind besonders die Schlangensterne (Ophiuriden) hervorzuheben, welche die Rinde der Hornkorallen abweiden. Als Tiere, welche vorzugsweise, manchmal sogar ausschließlich Cölenteraten zur Nahrung verwenden, hätten wir vor allem Schnecken und Fische zu nennen, daneben auch einige Krebse. Vor allem die Schnecken sind bemerkenswert. Von der blauen Hochseeschnecke Janthina wird angegeben, daß sie sich sogar vor den furchtbaren Nesselbatterien der Siphonophoren nicht fürchtet. Auch die zu den Äolidiern gehörige, lasurblaue Hochseeschnecke Glaucus atlanticus Forst. frißt Siphonophoren, besonders Velellen. Sonst werden im allgemeinen die planktonischen Tiere den träg beweglichen Schnecken schwer erreichbar sein. Um so ausgiebiger ist ihre Freßtätigkeit an festsitzenden Tieren, auf denen sie leben, wie ihre Verwandten auf den Landpflanzen. Die niedersten Schnecken, die Neomenien, findet man ausschließlich auf Hornkorallen und Verwandten. Arten von Ovula und Pedicularia fressen die Polypen der Rifkorallen. Auf den Tierstöcken der Hydroiden, der Hornkorallen, Steinkorallen, auch auf Aktinien usw. findet man sehr regelmäßig Schnecken, die am Stamm klettern und die Polypen oder Teile derselben abweiden. Einige von ihnen verdienen wegen gewisser Eigentümlichkeiten unsere besondere Aufmerksamkeit.

Es sind dies Äolidier, Schnecken aus der Gruppe der Hinterkiemer (Opisthobranchier), welche wegen des Mangels einer Schale auch als marine Nacktschnecken bezeichnet werden.

Wir finden diese schönen, bunten Schnecken sehr häufig auf den Stöcken von Hydroiden und anderen Nesseltieren; da fallen sie durch ihre eigenartige Gestalt und ihre lebhaften Farben sehr auf. Sie haben nämlich am Rücken lange Fortsätze, die nicht selten verästelt und vielfach ganz besonders lebhaft gefärbt sind. Man findet gewisse Arten mit einiger Regelmäßigkeit auf denselben Tieren, so z. B. Aeolis drummondi auf Tubularia indivisa, Amphorina coerulea auf Sertularella, Aeolidiella alderi auf den Seeanemonen der Gattung Sagartia usw. Sie nähren sich auch tatsächlich von den Nesseltieren, auf denen sie leben, wie die Untersuchung ihres Darminhaltes beweist. Sie sind aber nicht absolut an eine Nesseltierart gebunden; denn besonders bei künstlicher Fütterung zeigt sich, daß sie sich leicht an andere Arten gewöhnen lassen.

Diese nesseltierfressenden Äolidier sind wegen gewisser Eigentümlichkeiten besonders genau untersucht worden. Sie besitzen nämlich am Ende der Rückenpapillen feine Poren, die in einen Sack führen, dessen Wand in den Zellen zahlreiche Nesselkapseln enthält. Wie die Untersuchungen von Wright, Glaser und Grosvenor gezeigt haben, rühren diese Nesselkapseln aus der jeweiligen Nahrung der Äolidier her; fressen sie andere Cölenteraten als

Digitized by Google

Abb. 1: Fotografie von Nicéphore Niépce, 1826

Fotografie (von griechisch φῶς *phos*, Genitiv φωτός *photos*, „Licht“ und γραφή *graphé*, „Zeichnung“, „Schrift“) ist ein Verfahren zur Herstellung von Bildern, bei dem Licht auf lichtempfindliche Materialien einwirkt. Der Begriff wurde 1839 von Hercules Florence geprägt, aber erst 1880 durch Richard Hill Vaughan Johnson allgemein bekannt gemacht. Die Fotografie ist ein Teilgebiet der Optik, der Chemie und der Informatik.

Die Fotografie ist eine Technik, mit der Bilder von Objekten hergestellt werden können, indem das von ihnen reflektierte oder emittierte Licht auf einen Film oder einen elektronischen Sensor projiziert wird. Dieser Prozess wird durch eine Kamera gesteuert, die das Licht durch eine Linse bündelt und es auf die lichtempfindliche Oberfläche des Films oder Sensors fokussiert. Die Belichtungszeit, die Blende und die Empfindlichkeit des Films oder Sensors bestimmen, wie viel Licht auf das Bild fällt und wie es aussieht.

Die Fotografie hat sich seit ihrer Erfindung im 19. Jahrhundert stark entwickelt und verändert. Sie ist heute ein wichtiges Medium für Kunst, Kommunikation, Dokumentation und Wissenschaft. Sie ermöglicht es, Momente festzuhalten, Erinnerungen zu bewahren, Informationen zu vermitteln und Emotionen auszudrücken. Sie hat auch einen großen Einfluss auf unsere Wahrnehmung der Welt und unsere Kultur.

nach Eisig Teile des Medusenkörpers zu ihrer Ernährung verwenden. Eine Anzahl pelagischer Fische gehört zu den ausgesprochenen Medusenfängern. So hat man den Magen des eigenartigen Mondfisches (Orthagoriscus mola Bl. Schn.) oft gepropft voll Medusen gefunden. Viele Fische sind Korallenfresser; so ist es bekannt, daß Prionurus coume, Platax capi, Balistes erypteron, Ichthyophis tigrinus und pantherinus und fast alle Scariden und Diodonten Korallenpolypen abweiden. Ja die letzteren können mit ihren gewaltigen Vorderzähnen, die wie ein fester Schnabel gestaltet sind, sogar die Äste von Riffkorallen abknacken. Quoy und Gaimard fanden im Magen von Diodon caeruleus Korallenstücke von einem Gewicht bis zu zwei Pfund.

Auch die Echinodermen, die Stachelhäuter, haben ihre Feinde. Früher nahm man wohl vielfach an, daß die Kalkstacheln und sonstigen Panzergebilde ihrer Haut sie für die meisten Tiere unangreifbar und unschmackhaft machten. Man hat aber im Laufe der Zeit herausgefunden, daß auch ihre Schutzwaffen durch die Angriffswaffen anderer Tiere überboten werden. Und zwar sind die Tiere, welche ihnen gefährlich werden, merkwürdigerweise Formen mit weichem Körper, es sind Schnecken; die Doliiden, Cassiden und Tritoniiden sind ausgesprochene Echinodermenfresser, also Spezialisten, welche durch besondere chemische Mittel in den Stand gesetzt sind, die Seesterne, Seeigel und Holothurien zu überwinden und ihre Kalkmassen aufzulösen. Auf welche Weise dies geschieht, soll erst weiter unten erörtert werden. Auch Echinodermen selber bewältigen ihre Verwandten. So sind Seesterne gefährliche Feinde von Seeigeln, deren Stachelbedeckung sie nicht davor bewahrt, von dem zarthäutigen Magen jener umhüllt zu werden.

Im Magen der japanischen Riesenkrabbe (Kaempfferia Kaempferi d. H.) fand de Haan Mengen von Seesternen, welche also ebenfalls von diesem gefräßigen Tier verzehrt werden. Ebenfalls in Japan konnte ich feststellen, daß die kleinen Haie aus der Gattung Cestracion Seeigel, Schlangensterne usw. fressen, und das werden auch noch andere Haie und Rochen tun.

Würmer werden von außerordentlich vielen Tieren gefressen. Entsprechend den vielen Formen und verschiedenartigen Lebensweisen der Würmer müssen wir natürlich auch unter ihren Feinden mancherlei Gruppen unterscheiden. Selbst die flinken Pfeilwürmer (Chaetognatha) werden gelegentlich sogar von festsitzenden Tieren gefangen (Abb. 76).

Unter den räuberischen Echinodermen und Krebsen gibt es nicht wenige, welche Röhrenwürmer abweiden, im Schlamm bohrende Formen erbeuten und frei herumschwimmende Arten z. B. Anneliden fangen. Auch Schnecken und vor allem Fische sind eifrige Verfolger der Würmer. Jeder Aquarienliebhaber weiß, wie gern viele unserer Aquarienfische die schlammbewohnenden Oligochaeten z. B. Tubifex und andere Formen fressen. Auch Amphibien und Vögel fressen manche wasserbewohnenden Würmer. Seevögel picken die schlammbohrenden Formen wie Arenicola u. a. bei der Ebbe aus ihren Löchern heraus. Wie gerne dieselben auch von Fischen gefressen werden, weiß jeder Fischer; denn zu vielen Tausenden werden sie z. B. an der Küste der Nordsee gesammelt, um als beliebter und erfolgreicher Köder zu dienen.

Doch ist bei den luftbewohnenden Tieren die Zahl der Formen, welche die Erdwürmer, die sog. Regenwürmer, verfolgen, besonders groß. Es gibt ja eine ungeheure Zahl von Arten dieser eigenartigen Erdbewohner und, wo sie vorkommen, sind sie in der Regel in großer Individuenzahl vorhanden. Da ist es kein Wunder, wenn sie viele Verfolger haben, von den niederen bis zu den höchsten Tieren. Schon unter den niedersten Würmern finden sich ihre Feinde; die Landplanarien, Plattwürmer, die in den Tropen an feuchten Orten,

Digitized by Google

also in Urwäldern, unter Steinen, unter morschen, gestürzten Baumstämmen usw. in großer Artenzahl vorkommen, und welche eine Größe von 10 cm und darüber erreichen können, ernähren sich zum Teil ausschließlich von Regenwürmern (Abb. 75).

Das gleiche gilt von einer großen Anzahl von Arthropoden: Tausendfüßler (Scolopendriden), ferner vor allem Käfer (Laufkäfer), auch Heuschrecken vertilgen zahlreiche Regenwürmer. Ebenso sind unter den Landschnecken die räuberischen Formen sehr auf diese leicht zu erbeutenden und bequem zu fressenden Tiere erpicht. Unter unseren Landschnecken sind einige relativ kleine und zarte Formen sehr eifrige Räuber; es sind das die Raubschnecken aus den Gattungen Vitrina, Daudebardia, Hyalinia. Sie vermögen in eigenartiger Weise ihren Schlundkopf vorzustoßen und mit ihrer langzähnigen Radula ihre Beute zu fassen (vgl. S. 154, Abb. 94—96)). Sie fressen vorwiegend Regenwürmer, daneben auch Insektenlarven, Asseln, andere Schnecken, ja selbst Artgenossen.

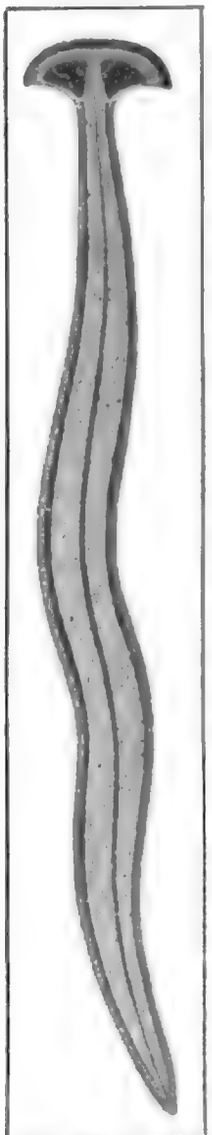


Abb. 75. Landplanarie (Bipalium Strubelli Graff.). Nach L. v. Graff. Verkl. 2/3 mal.

Unter den Landwirbeltieren sind neben den Fröschen, Kröten und Salamandern, die manchem Regenwurm das Leben kosten, einige Spezialisten zu nennen, welche diesen Tieren ganz besonders intensiv nachstellen, und zwar sowohl Amphibien als auch Reptilien. In beiden Klassen gibt es Formen, welche selber wie Regenwürmer unter der Erde leben, in ihrem Aussehen an Regenwürmer erinnern und auf diese eifrig Jagd machen. Unter den Amphibien sind es die Blindwühlen (Coeciliiden), welche in den Tropen der alten und neuen Welt verbreitet sind. Speziell von Ichthyophis glutinosus D. B., der Ceylonischen Blindwühle, geben F. u. P. Sarasin an, daß sie außer kleinen Schlangen vor allem Regenwürmer frißt. Dasselbe gilt von einer Reihe unterirdisch lebender Schlangen, den Schildschwänzen (Uropeltiden), den Walzenschlangen (Cylindrophis), den Blindschlangen (Typhlopiden). Noch auffallender erinnern in Gestalt und Lebensweise an ihre Opfer die Ringelechsen (Euchirotiden und Amphisbäniden), die auch Doppelechsen genannt werden, da ihr Kopf und Schwanzende bei oberflächlicher Betrachtung oft verwechselt wird. Die Euchirotiden mit kleinen verkümmerten Vorderextremitäten zeigen uns den Weg an, auf welchem diese Bodenbewohner von vierbeinigen Eidechsen abzuleiten sind. Sie fressen außer Regenwürmern auch kleine Insekten, vor allem Termiten und Ameisen, in deren unterirdische Bauten sie eindringen. Die kleine nordamerikanische Rhineura floridana (Baird) ist so zart, daß sie nur kleine und junge Regenwürmer bewältigen kann, die großen würden sie selber in allen Dimensionen übertreffen. — Allgemein bekannt ist ja auch, daß unsere Blindschleiche (Anguis fragilis L.) sich ausschließlich von Regenwürmern und Nacktschnecken, hier und da auch unbehaarten Raupen ernährt.

Daß es unter den Vögeln viele Wurmliebhaber gibt, brauche ich auch kaum hervorzuheben. Jeder von uns hat schon die Schwarzamsel beobachtet, wenn sie im Gras Regenwürmer sammelte, und wie sie verfahren auch die anderen Drosselarten und viele andere Vögel. Wir wollen hier nur einige an das Suchen nach Regenwürmern besonders angepaßte Formen hervorheben, so die schnepfenartigen Vögel, deren Schnabelbau und Methode des Wurmfangs schon im 1. Band S. 309 erörtert wurde. Einer ähnlichen Fangmethode befleißigen sich auch die verschiedenen Arten des neuseeländischen Kiwis oder Schnepfenstraußes (Apteryx Oweni Gould, Mantelli Gould u.a.).

Digitized by Google

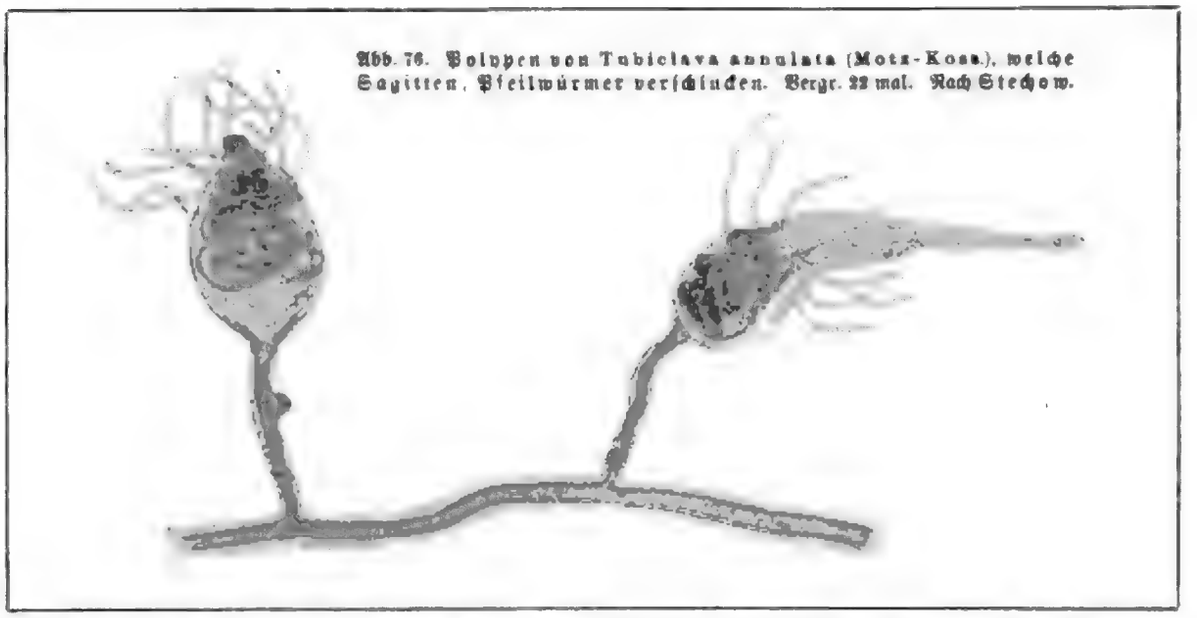


Abb. 76. Polypen von Tubiclava annulata (Motz-Kosa), welche Sagitten, Pfeilwürmer verſchlucken. Vergr. 22 mal. Nach Stechow.

Bei Apteryx Mantelli hat Butler die Fangmethode beobachtet und beſchrieben. Dieſer Kiwi iſt wie ſeine Gattungsgenoſſen ein nächtliches Tier, und es wäre ſchwer geweſen ihn zu beobachten, wenn er nicht zufällig leuchtende Regenwürmer gefangen hätte. Das Tier bohrte mit ſeinem langen Schnabel in der Erde und fand die Würmer, wohl vom Geruchsſinn und hauptſächlich vom fein entwickelten Taſtſinn geleitet. Langſam wurde der gefundene Wurm aus dem Boden gezogen, mit dem Schnabel gegen die Erde oder einen Stein geſchlagen, um ihn zu töten (?), dann in die Luft geworfen und zum Schlucken aufgefangen. Nach der Prozedur leuchteten die Schnabelränder des Vogels.

Auch unter den Säugetieren gibt es beſondere Liebhaber der Regenwürmer. Unter ihnen ſind vor allem Inſektivoren hervorzuheben; die bodenbewohnenden Formen, wie Spitzmäuſe und ihre Verwandten, ſind alle eifrige Verfolger der Regenwürmer. Beſonders bekannt iſt dieſe Tätigkeit beim Maulwurf, der ja auf ſeinen unterirdiſchen Streifzügen außer auf Engerlinge und andere Inſekten es beſonders auf Regenwürmer abgeſehen hat. Man hat ſogar in ſeinen Neſtern ganze Vorräte von eingefangenen Regenwürmern gefunden und dabei etwas ſehr Merkwürdiges feſtſtellen können. Die Regenwürmer ſind bekanntlich ſehr regenerationsfähig, das Hinterende kann das Vorderende und umgekehrt, kleine Stücke aus der Mitte können beide Enden nachwachſen laſſen. Schneidet man ein kleines Stück vom Vorderende ab, ſo kann aus dieſem wieder ein ganzer Wurm werden; ſchneidet man aber einige der erſten Segmente des Wurmkörpers weg, ſo kann ohne ſie der ganze große Wurmkörper ſich nicht wieder ergänzen, und das Tier bleibt ohne zu ſterben lange Zeit gelähmt liegen. Es ſcheint, daß dieſe Eigentümlichkeit der Regenwürmer den Maulwürfen zuſtatten kommt, denn in ihren Vorratsklumpen fand Ritzema Bos ausſchließlich ſolche Regenwürmer (300 Stück in einem Fall), die durch Wegbeißen der erſten Segmente gelähmt ſind, denen aber dem Geſagten zufolge die fehlenden Teile nicht etwa in kurzer Zeit nachwachſen können. So bleiben ſie alſo liegen, bis ihr Beſitzer bei eintretender Not ſeinen Vorrat anzugreifen genötigt iſt. Ob dieſe Methode allen oder auch nur vielen Maulwürfen zukommt, bedarf noch der Unterſuchung. Jedenfalls findet man die Regenwürmer ſtets in mehr oder weniger verſtümmeltem Zuſtand, der ſie verhindert wegzukriechen.

Es iſt kein Wunder, daß die meiſt verteidigungsunfähigen Weichtiere, welche noch dazu vielfach in großen Zahlen geſellig lebend vorkommen, mit ihrem an Nährſtoffen reichen

Digitized by Google

Bild 1. Schalen aus Polystyrol-Schaumstoff (Werkbild Kunststoffwerk Wesseling)

Bild 2. Schalen aus Polystyrol-Schaumstoff (Werkbild Kunststoffwerk Wesseling)

Bild 3. Schalen aus Polystyrol-Schaumstoff (Werkbild Kunststoffwerk Wesseling)

Bild 4. Schalen aus Polystyrol-Schaumstoff (Werkbild Kunststoffwerk Wesseling)

Bild 5. Schalen aus Polystyrol-Schaumstoff (Werkbild Kunststoffwerk Wesseling)

Bild

und Kiefer-Bildung mit Balaena (s. o.) eine Form, welche zwischen Balaena und Orca eine Mittelstellung einnimmt, und die Gattung Globiocephalus, auf deren Verwandtschaft mit Orca ich schon früher hingewiesen habe. Ferner gehören hierher die Gattungen Delphinapterus und Monodon, welche sich durch Mangel der Rückenflosse auszeichnen, und die Gattung Beluga, welche sich durch Mangel der Rückenflosse und durch Besitz von Zähnen im Unterkiefer auszeichnet. Endlich gehören hierher die Gattungen Inia und Platanista, welche sich durch Mangel der Rückenflosse und durch Besitz von Zähnen in beiden Kiefern auszeichnen. Die Gattung Platanista ist ausserdem durch die Bildung ihrer Zähne und durch die Bildung ihrer Halswirbel ausgezeichnet. Die Gattung Inia ist durch die Bildung ihrer Zähne und durch die Bildung ihrer Halswirbel ausgezeichnet. Die Gattung Platanista ist durch die Bildung ihrer Zähne und durch die Bildung ihrer Halswirbel ausgezeichnet. Die Gattung Inia ist durch die Bildung ihrer Zähne und durch die Bildung ihrer Halswirbel ausgezeichnet.

Fig. 1. Balaena mysticetus, Linné. Nach Scoresby.

Die Gattung Balaena ist durch die Bildung ihrer Zähne und durch die Bildung ihrer Halswirbel ausgezeichnet. Die Gattung Inia ist durch die Bildung ihrer Zähne und durch die Bildung ihrer Halswirbel ausgezeichnet. Die Gattung Platanista ist durch die Bildung ihrer Zähne und durch die Bildung ihrer Halswirbel ausgezeichnet. Die Gattung Inia ist durch die Bildung ihrer Zähne und durch die Bildung ihrer Halswirbel ausgezeichnet.

Abb. 1: Ausschnitt aus dem Bild von Pieter Bruegel d. Ä. (1559) „Die Niederländischen Sprichwörter“ (Ausschnitt). Berlin, Gemäldegalerie, Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, Inv.-Nr. 1004.

Bachmann-Medick, Doris (2006): Cultural Turns. Neuorientierungen in den Kulturwissenschaften. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Bachmann-Medick, Doris (2009): Cultural Turns. Neuorientierungen in den Kulturwissenschaften. 3. Auflage. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Bachmann-Medick, Doris (2010): Cultural Turns. Neuorientierungen in den Kulturwissenschaften. 3. Auflage. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Bachmann-Medick, Doris (2014): Cultural Turns. Neuorientierungen in den Kulturwissenschaften. 4. Auflage. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Bachmann-Medick, Doris (2016): Cultural Turns. Neuorientierungen in den Kulturwissenschaften. 5. Auflage. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Bachmann-Medick, Doris (2018): Cultural Turns. Neuorientierungen in den Kulturwissenschaften. 6. Auflage. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Abb. 82) hat nur mehr im Unterkiefer Zähne, bei Grampus griseus Cuv. sind nur wenige Zähne an der Spitze des Unterkiefers erhalten, beim Dögling (Hyperoodon rostratus Pontopiddan,) endlich fehlen die Zähne in beiden Kiefern. Ersatz für sie bietet die Verhornung der Kieferränder, mit denen die Cephalopoden zerquetscht werden. Beim Dögling findet man im Magen nicht selten Tausende von Cephalopodenschnäbeln, meist einer Onychoteuthis zugehörig, sowie andere Hartteile von Tintenfischen, wie Augenlinsen und Schulpe. Auch der Weißwal (Delphinapterus leucas Pallas) und der Narwal (Monodon monoceros L.) sind Cephalopodenfresser mit reduziertem Gebiß.

Daß bei den Bartenwalen Pteropoden einen großen Bestandteil ihrer Planktonmahlzeiten ausmachen, brauche ich kaum hervorzuheben. Clio borealis L., das Walfischaas, hat ja seinen Namen daher, daß es sich oft in ungezählten Tausenden im Magen der Wale findet, vor allem beim Grönlandswal (Balaena mysticetus L.).

Es gibt auch Tiere, in deren Ernährung Krustazeen eine sehr wesentliche Rolle spielen. Wenn wir einmal Gelegenheit haben, Plankton aus Meer- oder Süßwasser zu mustern, so werden wir ohne weiteres zugeben, daß viele Planktonfresser vorwiegend von Krebstieren sich ernähren. Im Magen planktonfressender Fische z. B. findet sich oft eine Masse, die nur aus Tausenden von Kopepoden besteht. Das ist der Fall vor allem bei vielen Oberflächenfischen, z. B. beim Hering, den Sardinen usw., ferner auch bei tiefseepelagischen Formen, wie dem eigenartigen Macropharynx. Auch unsere Felchen oder Renken (Arten der Gattung Coregonus) zeigen ihren Magen mit einem oft fast nur aus Kopepoden oder Daphniden bestehenden Planktonfiltrat erfüllt. Auf diese planktonfressenden Formen werden wir später in anderem Zusammenhang näher einzugehen haben.

Viele bodenbewohnende Nesseltiere und Stachelhäuter fressen gelegentlich Krustazeen, ebenso die räuberischen Schnecken. Die Raubanneliden und vor allem die Sagitten, die Pfeilwürmer, können mit ihren kräftigen, hakenförmigen Mundwerkzeugen auffallend große Krebse bewältigen (Abb. 84). Die speziellen Feinde der Krabben und Garneelen sind aber die Tintenfische; sie verfolgen ihre flinken Opfer mit einer überraschenden Geschicklichkeit und wissen sie ebenso im freien Wasser zu erhaschen, als aus Klüften und Spalten hervorzuholen (vgl. Abb. 101 S. 161).

Selbst Krebse sind als Krebsfresser zu nennen; die Süßwassergarneele Palaemonetes varians frißt kleine Entomostraken.

Unter den Fischen gibt es eine ganze Anzahl von Arten, welche ebenfalls mit besonderem Erfolg und mit großer Ausdauer auf größere Krustazeen Jagd machen. Als Krabbenjäger wären da vor allem Rochen zu nennen. Auch Haie (z. B. Scylliorhinus-Arten), Störe und vielerlei Knochenfische jagen sie über dem Grunde und wühlen sie aus dem Schlamm heraus.

Von den luftbewohnenden Tieren sind vor allem Vögel als Krebsfänger anzuführen. Dieselben Arten, welche Muscheln und Schnecken verzehren, verschmähen auch vielfach die an den gleichen Orten wie jene zu findenden Krebse nicht. Das gilt für Eisvögel, Raubvögel und vor allem für zahllose Arten von Stelz-, Wat- und Schwimmvögeln.

Unter den Säugetieren sind nur einige kleinere Raubtiere, vor allem Südamerikas, wie die wilden Hunde Canis cancrivorus und C. azarae und der Krabbenwaschbär (Procyon cancrivorus), welche die dort so zahlreichen Flußkrabben und Garneelen allerdings neben Reptilien, Vögeln, Eiern, Früchten verzehren, ferner von Wassertieren Zahnwale und Robben zu nennen. Bei den Bartenwalen kommen mittelgroße Mysideen und ähnliche Planktonkrebse als wesentliche Bestandteile der Nahrung in Betracht. So hat man

Digitized by Google

Anhang 4 Bericht Friedrich Wilhelm Victor von Arnims über seine Reisen 1886

Victor von Arnim, Bericht über seine Reisen in Ost-Afrika, Asien und Australien 1886, Manuskript, 1 Bd., 1 Mappe, Privatbesitz. Der Bericht ist in Kurrentschrift verfasst und umfasst 70 Seiten. Er wurde 1886 in Berlin niedergeschrieben und ist in 4 Kapitel gegliedert: Kapitel 1 (S. 1–3) Ostafrika, Kapitel 2 (S. 4–15) Indien, Kapitel 3 (S. 16–19) Australien, Kapitel 4 (S. 20–70) Java. Der Bericht ist in Kurrentschrift verfasst und umfasst 70 Seiten. Er wurde 1886 in Berlin niedergeschrieben und ist in 4 Kapitel gegliedert: Kapitel 1 (S. 1–3) Ostafrika, Kapitel 2 (S. 4–15) Indien, Kapitel 3 (S. 16–19) Australien, Kapitel 4 (S. 20–70) Java.

Bericht über meine Reise nach Ost-Afrika, Asien und Australien 1886. Manuskript, 1 Bd., 1 Mappe, Privatbesitz. Der Bericht ist in Kurrentschrift verfasst und umfasst 70 Seiten. Er wurde 1886 in Berlin niedergeschrieben und ist in 4 Kapitel gegliedert: Kapitel 1 (S. 1–3) Ostafrika, Kapitel 2 (S. 4–15) Indien, Kapitel 3 (S. 16–19) Australien, Kapitel 4 (S. 20–70) Java. Der Bericht ist in Kurrentschrift verfasst und umfasst 70 Seiten. Er wurde 1886 in Berlin niedergeschrieben und ist in 4 Kapitel gegliedert: Kapitel 1 (S. 1–3) Ostafrika, Kapitel 2 (S. 4–15) Indien, Kapitel 3 (S. 16–19) Australien, Kapitel 4 (S. 20–70) Java.

Abb. 2. Schiffahrt. Das Schiff der Argonauten. Holzschnitt von Hans Sebald Beham, 1543. Aus: Georg Wickram, Das Buch der Argonauten, Frankfurt a. M. 1543. Bei der Ausfahrt der Argonauten aus dem Hafen von Iolkos wird das Schiff Argo von Athene gelenkt, die auf dem Vorderdeck steht. Auf dem Achterdeck sitzt Tiphys, der Steuermann. Rudern: Herkules, Peleus, Telamon, Orpheus, Kastor und Polydeukes.

Abb. 3. Schiffahrt. Schiffbruch des Odysseus. Holzschnitt von Hans Sebald Beham, 1543. Aus: Georg Wickram, Das Buch der Argonauten, Frankfurt a. M. 1543. Odysseus hat sich nach dem Schiffbruch an einen Mast gebunden und treibt auf dem Meer. Links Skylla, rechts Charybdis.

Schiffahrt. Die Schiffahrt ist in der Antike wichtig für Handel und Verkehr. Die Schiffe sind meist Segelschiffe, die Ruder haben nur Hilfsfunktion. Die Schiffe sind klein, die Ausdauer ist gering, die Seetüchtigkeit ist nicht groß. Die Schiffahrt ist daher auf Küstenfahrt angewiesen. Die Fahrt über das offene Meer ist selten und gefährlich. Die Schiffe werden nach Möglichkeit nachts an Land gezogen. Mit der Ausdehnung des Handels wächst auch die Größe der Schiffe. Im Hellenismus entstehen Schiffe mit bis zu 4000 Tonnen Ladefähigkeit. Auch in der Kaiserzeit wächst die Größe der Schiffe. Es gibt Getreideschiffe mit 1000 Tonnen Ladefähigkeit. Die Schiffe sind meist Segelschiffe, die Ruder haben nur Hilfsfunktion. Die Schiffe sind klein, die Ausdauer ist gering, die Seetüchtigkeit ist nicht groß. Die Schiffahrt ist daher auf Küstenfahrt angewiesen. Die Fahrt über das offene Meer ist selten und gefährlich. Die Schiffe werden nach Möglichkeit nachts an Land gezogen. Mit der Ausdehnung des Handels wächst auch die Größe der Schiffe. Im Hellenismus entstehen Schiffe mit bis zu 4000 Tonnen Ladefähigkeit. Auch in der Kaiserzeit wächst die Größe der Schiffe. Es gibt Getreideschiffe mit 1000 Tonnen Ladefähigkeit.

der Berge der Herzegowina; man hat dies Tier erst neuerdings unterscheiden gelernt, welches sich ausschließlich von Heuschrecken ernährt und erst dann aus seinem Winterquartier auftaucht, wenn heranwachsende Heuschrecken vorhanden sind.

Die Zahl der insektenfressenden Vögel ist unübersehbar. Gerade die Gruppen, zu denen sie gehören, sind ganz besonders formenreich. Schon im einleitenden Kapitel dieses Bandes konnten wir auf die enorme Bedeutung hinweisen, welche die Vögel für die Bekämpfung der schädlichen Insekten haben.

Ich will nur einige der insektenfressenden Vogelgruppen kurz erwähnen. Die Hühnervögel und Tauben sind fast alle pflanzenfressend, hier und da werden zwar Insekten und ihre Larven genossen, fast stets aber nur als Zusatz zur Hauptnahrung. Auch bei den Schwimmvögeln gibt es wenig ausgesprochene Insektenfresser, dagegen gehören sicher eine größere Zahl von Watvögeln, viele Klettervögel, Singvögel und Raubvögel hierher.

Unter den Watvögeln wären vor allem Störche zu nennen, von denen verschiedene Arten eifrig Insekten fangen. Schillings hat sehr anschaulich geschildert, wie unser einheimischer Storch im Winter auf den Steppen Ostafrikas in ganzen Scharen sich zusammentut, um da in geschlossener Kette die Heuschrecken zusammenzujagen, die dann eifrig aufgepickt werden. Dabei tun die mit den Störchen nahe verwandten Marabus (Leptoptilos crumenifer (Less)) fleißig mit. Unter den Reihern sind die kleinen Formen vorwiegend Kerbtierfresser, die großen nehmen fast alle gelegentlich Insekten; vor allem gilt dies auch für Löffler und Ibisse, ebenso für viele der kleineren Wat- und Stelzvögel, wie Rallen, Brachvögel, Schnepfen, Kampfläufer, Uferläufer, Kiebitze, Regenpfeifer usw. Sie alle fressen allerdings neben Kerbtieren ebenso viele Würmer, Mollusken u. dgl.

Von den Klettervögeln haben wir früher die Papageien als Pflanzenfresser kennen gelernt, immerhin sind einige Ausnahmen zu konstatieren. So fressen der Kakadu Calaptorhynchus banksii (vgl. Abb. 22, S. 56) und die Platycercus-Arten Insektenlarven. Von den übrigen Familien der Klettervögel sind die Kuckucke und die Spechte jedoch ganz ausgesprochenermaßen Kerbtierfresser. Von unserem Kuckuck (Cuculus canorus L.) ist ja hinlänglich bekannt, was er in der Vertilgung von Insekten, vor allem von haarigen Raupen leistet; daher wirkt er, vor allem wo in Forsten Raupenfraß auftritt, als sehr nützlicher Vogel. In allen Weltteilen finden sich Verwandte der Kuckucke, die sich ähnlich ernähren. Verwandt mit ihnen sind die Spähvögel oder Honiganzeiger, die fast nur Hymenopteren und deren Larven fressen. Hinzuweisen wäre hier auch auf die Nachtschwalben, Schwalme, Raken und die vielen tropischen Eisvögel.

Ferner wäre hervorzuheben, daß Schwalben, Turmschwalben, Fliegenschnäpper, Ziegenmelker, Bienenfresser u. a. nur fliegende Insekten fangen.

Die Spechte bieten eine große Mannigfaltigkeit von Formen, die zum Teil in sehr weitgehender Weise an die Ernährung mit Insekten angepaßt sind. Die typischen Formen hacken mit ihren starken Schnäbeln an der Rinde von insektenbefallenen Bäumen, treiben die Kerbtiere so hervor oder hacken ihre Zufluchtsorte auf und fangen sie oder ihre Larven mit ihrer Zunge ein. Nicht selten kann man feststellen, daß sie regelrecht in den unter der Rinde verlaufenden Fraßgängen von Borkenkäfern entlang klopfen, bis sie die Stelle perkutiert haben, an der Käfer oder Larven sitzen, dann öffnen sie durch kräftige Schnabelhiebe die Rinde. Aber auch tief ins Holz hacken sie, um Larven von Bockkäfern, Sesien, Holzwespen usw. zu erlangen. Andere Formen fressen mit Vorliebe Ameisen. Sehr viele Spechte verschmähen auch einen Zusatz von Pflanzenkost nicht (vgl. S. 140).

Im ersten Band S. 335 wurde die Spechtzunge, ihr Bau und ihre Anwendung genau

Digitized by Google

geschildert. Es ist nun sehr interessant, wie die Zungen und Schnäbel entsprechend der besonderen Art der Insektennahrung verschieden ausgebildet sein können. Bei allen Spechten sind die Speicheldrüsen, die sonst bei den Vögeln schwach entwickelt sind, da sie ja nicht zum Einspeicheln beim Kauen benutzt werden, gut ausgebildet. Nicht etwa, daß die Spechte im Gegensatz zu den anderen Vögeln ihre Nahrung zerkauten; sie schlucken sie ganz herunter. Die Speicheldrüsen produzieren bei ihnen einen zähen Schleim, der die Oberfläche der Zunge klebrig macht. Am meisten ausgebildet sind sie bei den Formen, die sich vorwiegend von Ameisen, Spinnen und freilebenden Insekten ernähren. Diese Formen haben die längsten Zungen. Die höchste Vollkommenheit in dieser Hinsicht wird bei der amerikanischen Gattung Colaptes erreicht, doch bleibt unser Grünspecht (Gecinus viridis L.) nicht weit hinter ihr zurück. Diese längsten Zungentypen sind weit vorstreckbar; sie besitzen am Vorderende an beiden Rändern nur einige wenige Widerhaken, dagegen ist die ganze Oberfläche der Zunge mit zahlreichen, haarfeinen, rückwärts gerichteten Fortsätzen bedeckt, die offenbar dazu dienen, den klebrigen Speichel über eine möglichst große Oberfläche zu verbreiten. Diese Formen fischen geradezu mit ihren Zungen in den Ameisenhaufen nach Beute und ruhen oft nicht eher, bis sie alles Leben in der angegriffenen Ameisenstadt vernichtet haben. Andere Spechte, so die Buntspechte, haben kürzere Zungen, mit Widerhaken an beiden Seiten, die hart und spitz sind und zum Aufspießen und Herausziehen von Larven dienen, die im Holz und unter der Rinde entdeckt wurden. Schließlich sei noch der Zungentypus erwähnt, den der „Saftsauger", der nordamerikanische Specht Sphyrapicus varius, besitzt; er hat eine kurze „Bürstenzunge" mit zahlreichen haarartigen Fortsätzen, die ihm dazu dienen, den ausfließenden Saft von Bäumen aufzupinseln: mit diesem Saft gleichzeitig erbeutet er übrigens zahlreiche Insekten. Die Löcher, aus denen der Saft ausfließt, hat er in merkwürdig regelmäßigen Reihen selbst in die Bäume gehackt, zu denen er immer wieder zurückkehrt. Übrigens schädigen unsere Spechte die Waldbäume nicht selten zu dem nämlichen Zweck, indem sie sie „ringeln"; d. h. sie hacken sie immer wieder an den gleichen Stellen zur Saftgewinnung an, so daß durch das Heilungswachstum am Baum ringförmige Wucherungen entstehen.

In diesem Zusammenhang sei auch der Formicariiden gedacht, südamerikanischer Vögel, die man vielfach in der Nähe der großen Wanderzüge der Wanderameisen (Dorylinen) antrifft. Die scheuen Tiere sind dann so gierig, daß man sie leicht beobachten und erbeuten kann. Aber sie stellen nicht, wie man früher glaubte, den Ameisen nach, sondern den Insekten, die vor den Ameisen fliehen. Die Dorylinen sind nämlich gefürchtete Feinde aller Insekten; wo sie durch ein Haus durchgewandert sind, da gibt es kein Ungeziefer mehr. Vor ihren Wanderzügen staut sich das Heer der Flüchtlinge: der Heuschrecken, der Käfer, Raupen usw., die eine leichte Beute der Formicariiden werden.

Sonst finden sich unter den Sperlingsvögeln und ihren Verwandten alle Stufen der Anpassung an die Insektennahrung. Da wären die zartschnäbligen Sylvien, also die Verwandten unserer Nachtigall, der Grasmücken, Laubsänger, ferner Blau- und Rotkehlchen zu nennen; dann die Bachstelzen, Baumläufer, Pieper, Fliegenschnäpper und viele andere. Auch die Schwalben, Segler und Ziegenmelker brauche ich kaum zu erwähnen. Vor allem wären hier die Würger hervorzuheben, welche mit ihren kräftigen Schnäbeln auch große Käfer bewältigen. Der Neuntöter ist ja im Volksmund wohl bekannt durch seine eigenartige Gewohnheit, größere Insekten an Dornen aufzuspießen und sie dann der Reihe nach in Stückchen zu zerhacken und so aufzufressen. In der Gegend von München konnte man in den Forsten nicht selten ganze Reihen ihrer Opfer an den Stacheldrähten der Umzäunungen aufgenadelt finden. Die Würger vertilgen auch andere Tiere, vor allem werden

Digitized by Google

Head of Hooded Merganser (*Lophodytes cucullatus*).

Bill of Red-breasted Merganser (*Mergus serrator*).

Bill of Goosander (*Mergus merganser*).

Bill of Smew (*Mergellus albellus*).

Bill of Hooded Merganser (*Lophodytes cucullatus*).

Bill of Scaup Duck (*Fuligula marila*).

Bill of Tufted Duck (*Fuligula cristata*).

Bill of Pochard (*Fuligula ferina*).

Bill of Ferruginous Duck (*Fuligula nyroca*).

Bill of Ring-necked Duck (*Fuligula rufitorques*).

Bill of Canvas-back (*Fuligula valisineria*).

Bill of Redhead (*Fuligula americana*).

Bill of Eider Duck (*Somateria mollissima*).

Bill of King Duck (*Somateria spectabilis*).

Bill of Steller's Duck (*Polysticta stelleri*).

Bill of Harlequin Duck (*Histrionicus histrionicus*).

Bill of Long-tailed Duck (*Harelda glacialis*).

Bill of Scoter (*Oidemia nigra*).

Bill of Velvet Scoter (*Melanitta fusca*).

Bill of Surf Scoter (*Oidemia perspicillata*).

Bill of White-winged Scoter (*Oidemia deglandi*).

Bill of Ruddy Duck (*Erismatura rubida*).

Bill of Musk Duck (*Biziura lobata*).

Bill of Blue-billed Duck (*Cyanoptera cærulescens*).

Bill of Cape Teal (*Nettion capense*).

Bill of Green-winged Teal (*Nettion carolinense*).

Bill of Common Teal (*Nettion crecca*).

Bill of Garganey (*Querquedula circia*).

Bill of Blue-winged Teal (*Querquedula discors*).

Bill of Cinnamon Teal (*Querquedula cyanoptera*).

Bill of Shoveller (*Spatula clypeata*).

Bill of Pintail (*Dafila acuta*).

Bill of Wood Duck (*Aix sponsa*).

Bill of Mandarin Duck (*Aix galericulata*).

Bill of Gadwall (*Chaulelasmus strepera*).

Bill of Wigeon (*Mareca penelope*).

Bill of American Wigeon (*Mareca americana*).

Bill of Chiloe Wigeon (*Mareca sibilatrix*).

Bill of Spur-winged Goose (*Plectropterus gambensis*).

Bill of Egyptian Goose (*Chenalopex ægyptiaca*).

Bill of Ruddy Goose (*Casarca rutila*).

Bill of Sheldrake (*Tadorna vulpanser*).

Bill of Australian Sheldrake (*Tadorna tadornoides*).

Bill of Paradise Duck (*Casarca variegata*).

Bill of Magellan Goose (*Chloephaga magellanica*).

Bill of Upland Goose (*Chloephaga picta*).

Bill of Ashy-headed Goose (*Chloephaga poliocephala*).

Bill of Ruddy-headed Goose (*Chloephaga rubidiceps*).

Bill of Kelp Goose (*Chloephaga hybrida*).

Bill of Solan Goose (*Sula bassana*).

Bill of Cape Gannet (*Sula capensis*).

Bill of Australian Gannet (*Sula serrator*).

Bill of Masked Gannet (*Sula dactylatra*).

Bill of Red-footed Booby (*Sula rubripes*).

Bill of Brown Booby (*Sula fiber*).

Bill of Blue-faced Booby (*Sula cyanops*).

Bill of Peruvian Booby (*Sula variegata*).

Bill of Frigate Bird (*Fregata aquila*).

Bill of Lesser Frigate Bird (*Fregata minor*).

Bill of Ascension Frigate Bird (*Fregata ascensionis*).

Bill of Great Frigate Bird (*Fregata magnificens*).

Bill of Pelican (*Pelecanus onocrotalus*).

Bill of Dalmatian Pelican (*Pelecanus crispus*).

Bill of White Pelican (*Pelecanus erythrorhynchus*).

Bill of Brown Pelican (*Pelecanus fuscus*).

Bill of Australian Pelican (*Pelecanus conspicillatus*).

Bill of Peruvian Pelican (*Pelecanus thagus*).

Bill of Roseate Pelican (*Pelecanus roseus*).

Bill of Spot-billed Pelican (*Pelecanus philippensis*).

Bill of Frazer's Pelican (*Pelecanus fraseri*).

Bill of Crowned Pelican (*Pelecanus coronatus*).

Bill of Pink-backed Pelican (*Pelecanus rufescens*).

Bill of Shag (*Phalacrocorax graculus*).

Bill of Green Cormorant (*Phalacrocorax carbo*).

Bill of Pygmy Cormorant (*Phalacrocorax pygmæus*).

Bill of Crowned Cormorant (*Phalacrocorax coronatus*).

Bill of Pelagic Cormorant (*Phalacrocorax pelagicus*).

Bill of Violet-green Cormorant (*Phalacrocorax resplendens*).

Bill of Brandt's Cormorant (*Phalacrocorax penicillatus*).

Bill of Red-faced Cormorant (*Phalacrocorax urile*).

Bill of Crested Cormorant (*Phalacrocorax cristatus*).

Bill of Spectacled Cormorant (*Phalacrocorax perspicillatus*).

Bill of Blue-eyed Cormorant (*Phalacrocorax atriceps*).

Bill of Black-faced Cormorant (*Phalacrocorax fuscescens*).

Bill of Australian Cormorant (*Phalacrocorax melanoleucus*).

Bill of Little Cormorant (*Phalacrocorax sulcirostris*).

Bill of Anhinga (*Plotus anhinga*).

Bill of Darter (*Plotus melanogaster*).

Bill of Australian Darter (*Plotus novæ-hollandiæ*).

Bill of Indian Darter (*Plotus rufus*).

Bill of Snake Bird (*Plotus levaillanti*).

Bill of Tropic Bird (*Phaëthon æthereus*).

Bill of Red-billed Tropic Bird (*Phaëthon rubricauda*).

Bill of Yellow-billed Tropic Bird (*Phaëthon flavirostris*).

Bill of Red-tailed Tropic Bird (*Phaëthon phœnicurus*).

Bill of Man-of-War Bird (*Tachypetes aquila*).

Bill of Lesser Man-of-War Bird (*Tachypetes minor*).

Bill of Ascension Man-of-War Bird (*Tachypetes ascensionis*).

Bill of Great Man-of-War Bird (*Tachypetes magnificens*).

Fig. 74. Fuß des Haushuhns.

Schienbeinknochen, das Wadenbein und die Fußwurzelknochen. Die Fußwurzelknochen sind zu einem Knochen verwachsen, der Lauf- oder Mittelfußknochen heißt. Die Zehen sind gewöhnlich vier an der Zahl, drei nach vorn und eine nach hinten gerichtet. Die Zehenglieder sind durch Gelenke miteinander verbunden. Die Zehen sind mit Nägeln bewaffnet, die bei den Raubvögeln sehr stark sind und Krallen heißen. Bei manchen Vögeln sind die Zehen durch Schwimmhäute verbunden.

Die Federn sind Hornbildungen der Haut. Sie bestehen aus einem Kiel und einer Fahne. Der Kiel ist der untere, hohle, steife Teil der Feder, der in die Haut eingepflanzt ist. Die Fahne ist der obere, breite Teil der Feder, der aus vielen Strahlen besteht. Diese Strahlen sind durch feine Häkchen miteinander verbunden. Die Federn sind sehr leicht und dienen zum Fliegen und zum Schutz gegen Kälte. Die Federn werden jährlich gewechselt. Dieser Wechsel heißt Mauser.

Die Vögel haben keine Zähne. Sie haben einen Schnabel, der aus zwei Kiefern besteht, die mit Hornscheiden bekleidet sind. Der Schnabel ist bei den verschiedenen Vögeln sehr verschieden gestaltet. Er ist bei den Raubvögeln stark und gekrümmt, bei den Hühnern kurz und kegelförmig, bei den Enten breit und flach, bei den Spechten lang und meißelförmig, bei den Kolibris lang und dünn.

Die Vögel haben eine Lunge, die mit Luftsäcken in Verbindung steht. Diese Luftsäcke dienen zum Atmen und zum Leichtmachen des Körpers. Sie sind besonders groß bei den Vögeln, die gut fliegen können.

Die Vögel haben ein Herz mit vier Kammern. Sie haben warmes Blut. Ihre Körperwärme beträgt 40 bis 42 Grad Celsius.

Die Vögel haben einen Kehlkopf, der aber keine Stimmbänder hat. Sie können deshalb nicht singen, sondern nur rufen. Ihre Stimme ist sehr verschieden. Manche Vögel können sehr schön singen, andere können nur krächzen oder schreien.

Die Vögel haben ein gutes Gesicht. Ihre Augen sind groß und stehen seitlich am Kopf. Sie haben ein gutes Gehör. Ihre Ohren sind klein und liegen unter den Federn versteckt. Sie haben einen guten Geruchsinn. Ihre Nase liegt an der Schnabelwurzel. Sie haben einen guten Geschmackssinn. Ihre Zunge ist mit Geschmacksknospen besetzt.

Die Vögel haben ein gutes Gedächtnis. Sie können sich den Weg, den sie einmal geflogen sind, lange merken. Sie können sich auch die Stimmen ihrer Artgenossen lange merken.

Die Vögel haben einen guten Instinkt. Sie bauen ihre Nester, ohne es gelernt zu haben. Sie wissen, wann sie wandern müssen, ohne es gelernt zu haben.

Die Vögel haben eine gute Intelligenz. Sie können lernen, sprechen, singen, tanzen, spielen, rechnen, denken, fühlen, wollen, handeln.

Die Vögel haben eine gute Moral. Sie sind treu, fleißig, sparsam, mutig, klug, vorsichtig, geduldig, ausdauernd, gehorsam, dankbar, mitleidig, liebevoll, gerecht, wahrhaftig, ehrlich, bescheiden, demütig, fromm, gottesfürchtig.

Die Vögel haben eine gute Religion. Sie glauben an Gott, beten zu Gott, danken Gott, loben Gott, preisen Gott, verherrlichen Gott, ehren Gott, lieben Gott, fürchten Gott, gehorchen Gott, dienen Gott, vertrauen Gott, hoffen auf Gott, warten auf Gott, suchen Gott, finden Gott, bleiben bei Gott, gehen zu Gott, kommen zu Gott, sind bei Gott, werden bei Gott sein.

Die Vögel haben eine gute Zukunft. Sie werden im Himmel sein. Sie werden dort singen, tanzen, spielen, rechnen, denken, fühlen, wollen, handeln, beten, danken, loben, preisen, verherrlichen, ehren, lieben, fürchten, gehorchen, dienen, vertrauen, hoffen, warten, suchen, finden, bleiben, gehen, kommen, sein.

Die Vögel haben eine gute Ewigkeit. Sie werden ewig leben. Sie werden ewig singen, tanzen, spielen, rechnen, denken, fühlen, wollen, handeln, beten, danken, loben, preisen, verherrlichen, ehren, lieben, fürchten, gehorchen, dienen, vertrauen, hoffen, warten, suchen, finden, bleiben, gehen, kommen, sein.

Die Vögel haben eine gute Seligkeit. Sie werden ewig selig sein. Sie werden ewig singen, tanzen, spielen, rechnen, denken, fühlen, wollen, handeln, beten, danken, loben, preisen, verherrlichen, ehren, lieben, fürchten, gehorchen, dienen, vertrauen, hoffen, warten, suchen, finden, bleiben, gehen, kommen, sein.

Die Vögel haben eine gute Herrlichkeit. Sie werden ewig herrlich

Fig. 1. Common Kingfisher (*Alcedo atthis*).

Fig. 2. Head of Common Kingfisher (*Alcedo atthis*).

Fig. 3. Head of Hoopoe (*Upupa epops*).

Fig. 4. Head of Green Woodpecker (*Picus viridis*).

Fig. 5. Head of Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major*).

Fig. 6. Head of Wryneck (*Jynx torquilla*).

Fig. 7. Head of Cuckoo (*Cuculus canorus*).

Fig. 8. Head of Barn Owl (*Tyto alba*).

Fig. 9. Head of Tawny Owl (*Strix aluco*).

Fig. 10. Head of Long-eared Owl (*Asio otus*).

Fig. 11. Head of Short-eared Owl (*Asio flammeus*).

Fig. 12. Head of Nightjar (*Caprimulgus europaeus*).

Fig. 13. Head of Swift (*Apus apus*).

Fig. 14. Head of Swallow (*Hirundo rustica*).

Fig. 15. Head of House Martin (*Delichon urbica*).

Fig. 16. Head of Sand Martin (*Riparia riparia*).

Fig. 17. Head of Golden Oriole (*Oriolus oriolus*).

Fig. 18. Head of Starling (*Sturnus vulgaris*).

Fig. 19. Head of Jay (*Garrulus glandarius*).

Fig. 20. Head of Magpie (*Pica pica*).

Fig. 21. Head of Jackdaw (*Corvus monedula*).

Fig. 22. Head of Rook (*Corvus frugilegus*).

Fig. 23. Head of Carrion Crow (*Corvus corone*).

Fig. 24. Head of Raven (*Corvus corax*).

Fig. 25. Head of Chaffinch (*Fringilla coelebs*).

Fig. 26. Head of Brambling (*Fringilla montifringilla*).

Fig. 27. Head of Hawfinch (*Coccothraustes coccothraustes*).

Fig. 28. Head of Greenfinch (*Chloris chloris*).

Fig. 29. Head of Goldfinch (*Carduelis carduelis*).

Fig. 30. Head of Siskin (*Carduelis spinus*).

Fig. 31. Head of Linnet (*Carduelis cannabina*).

Fig. 32. Head of Redpoll (*Carduelis flammea*).

Fig. 33. Head of Crossbill (*Loxia curvirostra*).

Fig. 34. Head of Bullfinch (*Pyrrhula pyrrhula*).

Fig. 35. Head of Snow Bunting (*Plectrophenax nivalis*).

Fig. 36. Head of Yellowhammer (*Emberiza citrinella*).

Fig. 37. Head of Reed Bunting (*Emberiza schoeniclus*).

Fig. 38. Head of Corn Bunting (*Emberiza calandra*).

Fig. 39. Head of House Sparrow (*Passer domesticus*).

Fig. 40. Head of Tree Sparrow (*Passer montanus*).

Fig. 41. Head of Starling in winter plumage (*Sturnus vulgaris*).

Fig. 42. Head of Starling in summer plumage (*Sturnus vulgaris*).

Fig. 1. Ostrea (Gryphaea) arcuata Lamarck. Aus dem Lias von Lyme Regis.

Ostrea (Gryphaea) arcuata Lamarck, Encyclopédie méthodique, Vers, Bd. 1, S. 344, Nr. 1. — Sowerby, Mineral Conchology, Bd. 1, S. 131, Taf. 63, Fig. 1—3. — Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 19, Taf. 72, Fig. 1. — Quenstedt, Handbuch der Petrefactenkunde, 1. Aufl., S. 582, Taf. 46, Fig. 1. — Ostrea (Gryphaea) sublobata Deshayes, Encyclopédie méthodique, Vers, Bd. 2, S. 171, Nr. 1. — Ostrea (Gryphaea) incurva Sowerby, Mineral Conchology, Bd. 1, S. 132, Taf. 63, Fig. 4—6. — Ostrea (Gryphaea) obliqua Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 2. — Ostrea (Gryphaea) cymbium Lamarck, Encyclopédie méthodique, Vers, Bd. 1, S. 344, Nr. 2. — Sowerby, Mineral Conchology, Bd. 1, S. 131, Taf. 63, Fig. 7. — Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 19, Taf. 72, Fig. 3. — Quenstedt, Handbuch der Petrefactenkunde, 1. Aufl., S. 582, Taf. 46, Fig. 2. — Ostrea (Gryphaea) gigantea Sowerby, Mineral Conchology, Bd. 1, S. 132, Taf. 63, Fig. 8. — Ostrea (Gryphaea) Maccullochii Sowerby, Mineral Conchology, Bd. 1, S. 132, Taf. 63, Fig. 9. — Ostrea (Gryphaea) Knorrii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 4. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 5. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 6. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 7. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 8. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 9. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 10. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 11. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 12. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 13. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 14. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 15. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 16. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 17. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 18. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 19. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 20. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 21. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 22. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 23. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 24. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 25. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 26. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 27. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 28. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 29. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 30. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 31. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 32. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 33. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 34. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 35. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 36. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 37. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 38. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 39. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 40. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 41. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 42. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 43. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 44. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 45. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 46. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 47. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 48. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 49. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 50. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 51. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 52. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 53. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 54. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 55. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 56. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 57. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 58. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 59. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 60. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 61. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 62. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 63. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 64. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 65. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 66. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 67. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 68. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 69. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 70. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 71. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 72. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 73. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 74. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 75. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 76. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 77. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 78. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 79. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 80. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 81. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 82. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 83. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 84. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 85. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 86. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 87. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 88. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 89. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 90. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 91. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 92. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 93. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 94. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 95. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 96. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 97. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 98. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 99. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 100. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 101. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 102. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 103. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 104. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 105. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 106. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 107. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 108. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 109. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 110. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 111. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 112. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 113. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 114. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 115. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 116. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 117. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 118. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 119. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 120. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 121. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 122. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 123. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 124. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 125. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 126. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 127. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 128. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 129. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 130. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 131. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 132. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 133. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 134. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 135. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 136. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 137. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 138. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 139. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 140. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 141. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 142. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 143. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 144. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 145. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 146. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 147. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 148. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 149. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 150. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 151. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 152. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 153. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 154. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 155. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 156. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 157. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 158. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 159. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 160. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 161. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 162. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 163. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 164. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 165. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 166. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 167. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 168. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 169. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 170. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 171. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 172. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 173. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 174. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 175. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 176. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 177. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 178. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 179. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 180. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 181. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 182. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 183. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 184. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 185. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 186. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 187. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 188. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 189. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 190. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 191. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 192. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 193. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 194. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 195. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 196. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 197. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 198. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 199. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 200. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 201. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 202. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 203. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 204. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 205. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 206. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 207. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 208. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 209. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 210. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 211. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 212. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 213. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 214. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 215. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 216. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 217. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 218. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 219. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 220. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 221. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 222. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 223. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 224. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 225. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 226. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 227. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 228. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 229. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 230. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 231. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 232. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 233. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 234. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 235. — Ostrea (Gryphaea) Bruguieri Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 236. — Ostrea (Gryphaea) Bronnii Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 237. — Ostrea (Gryphaea) Hoffmanni Goldfuss, Petrefacta Germaniae, Bd. 2, S. 20, Taf. 72, Fig. 238. — Ostrea (Gryphaea) Buchii Goldf

Die Weibchen bevorzugen größere Tümpel, die lange Jahre zur Verfügung stehen. Dort kann man sie im Frühjahr in großer Anzahl beobachten. Sie kommen zum Laichen ins Wasser, wo sie sich mit den Männchen paaren. Die Eier werden einzeln an Wasserpflanzen abgelegt. Nach 2–3 Wochen schlüpfen die Larven, die sich von Algen ernähren. Sie sind anfangs sehr klein, wachsen aber schnell heran und können bis zu 10 cm lang werden. Nach 3–4 Monaten verwandeln sich die Larven zu Jungtieren, die das Wasser verlassen und an Land gehen. Sie sind dann etwa 3 cm lang. Nach 2–3 Jahren sind sie geschlechtsreif.

Die Geburtshelferkröte ist ein Landlaicher. Sie kommt in Europa vor. Ihr Name kommt daher, daß das Männchen die Eier nach der Befruchtung um seine Hinterbeine wickelt und sie so mit sich herumträgt. Es sucht dazu feuchte Orte auf, damit die Eier nicht austrocknen. Nach 3–4 Wochen sind die Larven reif und werden im Wasser abgelegt. Sie verwandeln sich nach 2–3 Monaten zu Jungtieren.

Bild 1 Die Gelbbauchunke ist eine Verwandte der Geburtshelferkröte. Sie ist an ihrer gelben Bauchfärbung leicht zu erkennen.

Feinde der Eidechſen und Schlangen ſind ſicherlich Reptilien ſelber, vor allem Schlangen. Viele unter dieſen ſind ſo ausgeſprochene Spezialiſten, ſo daß ſie auch in der Gefangenſchaft nur mit Schlangen, andere mit Eidechſen ernährt werden können. Nicht ſelten ſind es giftige Schlangen, welche ungiftige verfolgen. Die Bungarus-Arten werden in Südaſien als Königskobra bezeichnet, weil ſie nicht nur harmloſe Schlangen wie die Rattenſchlange (Zamenis mucosus D u. B.) frißt, ſondern auch Individuen ihrer eigenen Art, gewöhnliche Kobras und die gefährliche Vipera russelli überwältigt. Es ſind aber auch harmloſe Schlangen als Vertilger ihresgleichen bekannt, wie Coronella gedula. Ja manche ungiftige oder ſchwach giftige (opisthoglykhe) Schlangen vermögen ſelbſt ſehr giftige Arten zu überwältigen; die braſilianiſche Muſſurama (Rhachidelus brazili Blgr.) tötet und frißt die giftige, gefürchtete Jararaca (Trigonocephalus jararaca D u. B.) (vgl. Abb. 88 u. 89). Unter den Vögeln kommen als Reptilienfreſſer zunächſt Raubvögel in Betracht, wie unſer Mäuſebuſſard, aber auch viele Stelzvögel, welche gern Eidechſen und Schlangen fangen. Die Geier der neuen Welt zeigen vielfach eine ausgeſprochene Vorliebe für Schlangen. Sehr bekannt iſt ferner der Sekretär oder Schlangenadler, der allerhand Kriechtiere, darunter die gefährlichſten Giftſchlangen Südafrikas bekämpft, überwältigt und auffrißt. Auch der Schlangenadler Südeuropas (Circaëtus gallicus Vieill.), ferner die Gaukler, Schreiadler freſſen Kriechtiere. Eifrige Reptilienvertilger ſind ſchließlich Störche, Reiher, andere Stelzvögel und in den Tropen die größeren Eisvogelarten und Königsfiſcher. Steinadler und Lämmergeier werden der hartgepanzerten Schildkröten dadurch Herr, daß ſie mit ihnen hoch in die Luft fliegen, ſie auf einen Stein herabfallen laſſen und in zerſchelltem Zuſtand ausfreſſen.

Auch unter den Säugetieren gibt es eine ganze Anzahl von Arten, welche eine beſondere Vorliebe für Reptilien an den Tag legen. Wir haben ſchon in der Einleitung dieſes Bandes beſprochen, wie in manchen Gegenden die Ichneumons oder Mungos unter den Reptilien aufräumen. In Indien werden ſie ja ſogar als Haustiere gehalten, um das Haus und ſeine Umgebung vor Schlangen zu ſäubern. Es iſt gut bekannt, daß Igel und Schweine mit großem Erfolg hinter den Schlangen her ſind. Auch ſonſt finden ſich unter den Säugetieren einzelne Formen, die Reptilien, vor allem Eidechſen freſſen, ſo Halbaffen (z. B. Tarsius spectrum Geoffr.), ferner wären hier unter den Affen die Paviane zu erwähnen.

Es liegt auf der Hand, daß gerade die Vögel ihre gefährlichſten Feinde unter ihresgleichen finden müſſen; doch gilt dies nicht durchaus, denn nicht wenige nicht fliegende Tiere ſind imſtande, durch große Gewandtheit oder durch beſondere Liſten ſich der leichtbeſchwingten Beute zu bemächtigen.

Am meiſten ſind die Vögel natürlich ihren Verfolgern ausgeſetzt, ſolange ſie im Neſt als unbeholfene junge Tiere verweilen. Da können ſie ſogar wirbelloſen Tieren zum Opfer fallen, wie z. B. Krebſen. Zahlreiche Krebsarten, die aufs Land gehen, tun dies beſonders auf jenen flachen Klippeninſeln, welche die bevorzugten Brutplätze der Seevögel ſind. Alcock, der verdiente Erforſcher der oſtindiſchen Meere, hat auf den Laccadiven beobachtet, daß die landbewohnenden Einſiedlerkrebſe aus der Gattung Coenobita (C. rugosus Fabr.) und die Sandkrabben (Ocypode ceratophthalma Hbst.) die jungen Seeſchwalben aus den zahlloſen Neſtern der Brutkolonien töteten und verſpeiſten. Grapsus strigosus L., eine große bunte Krabbe, welche viel auf dem trocknen Land herumläuft, wurde von Moſeley während der Challengerexpedition auf St. Paul dabei erwiſcht, wie ſie junge Seeſchwalben überwältigte, während die jungen Tölpel (Sula) und Noddies (Anous) ſich mit Schnabelhieben ihrer zu erwehren wußten. Sonſt ſpielen als Neſträuber die wichtigſte Rolle Schlangen, Vögel und Säugetiere. Es ſind manchmal dieſelben Formen, die wir noch als Eierfreſſer

Digitized by Google

kennen lernen werden, die sich auch an den jungen Vögeln vergreifen. Die wehrlosen jungen Tiere verführen manchen Insektenfresser, ja sogar manchen Obstfresser, sich ihrer gelegentlich als Leckerbissen zu bedienen. Es ist vielfach beobachtet worden, daß die Nester der großen Brutkolonien von Kormoranen, kleinerer Möwenarten, von Seeschwalben, Pinguinen usw. von großen Möwen, Raubmöwen (Skuas) und Ibissen geplündert werden, welche Eier und junge Brutvögel ohne Wahl vertilgen. Wochenlang halten sie sich in der Nähe der Vogelberge und Brutinseln auf und leben nur von Nestraub.

Dasselbe Tier, welches im Nest raubt, weiß auch oft die Eltern, die angstvoll ihre Brut zu verteidigen suchen, zu überwältigen. Es ist hier die Stelle, die großen Vogelspinnen (Mygaliden) Amerikas zu erwähnen, deren Größe und phantastische Erscheinung immer wieder die Aufmerksamkeit der Reisenden und Kolonisten auf sie gelenkt haben. Es steht fest, daß manche Arten als Hauptnahrung große Insektenformen verzehren: Käfer, Heuschrecken usw. Gelegentlich werden sie kleine Vögel und deren Nestlinge überwältigen. Daß sie dies können, darüber werden wir nicht im Zweifel sein, wenn wir ihre mächtigen Beißorgane studieren. Auch haben so erfahrene Naturforscher wie Bates sie am Amazonenstrom beim Vogelraub beobachtet. Daß aber so wenige authentische Beobachtungen über den Fang von Vögeln durch diese allerdings nächtlichen Tiere vorliegen, scheint darauf hinzuweisen, daß sie diese Art von Nahrung nur gelegentlich zu sich nehmen.

Daß viele Schlangen, vor allem Baumschlangen der Tropen, sich von Vögeln ernähren, ist eine bekannte Tatsache; sie hat sogar zu einer interessanten wissenschaftlichen Fabel geführt, deren tatsächlicher Hintergrund erst neuerdings seine Deutung erfahren hat. Es ist oft beobachtet worden, daß Vögel bei der Annäherung einer Schlange, statt wegzufliegen, wie gebannt sitzen blieben, beim Nest oder sonstwo in der Natur, wo sie von der Schlange überrascht wurden. Man führte dies auf eine Art von hypnotisierendem Einfluß zurück, der von den schimmernden Augen der Schlange, von dem Glanz ihrer Haut, von den gleichmäßigen, wiegenden Bewegungen ihres Kopfes und Vorderkörpers ausgehen sollte. Wie viel ist über diese „magische Fähigkeit" der Schlangen geschrieben und geheimnißt worden. Der Anblick der Schlange sollte nach anderen den Vogel vor Schrecken erstarren machen. Untersuchungen, welche neuerdings im Londoner Zoologischen Garten ausgeführt worden sind, haben zu einem ganz anderen Resultat geführt. Keine Tierart, mit Ausnahme der Affen, erkennt die Schlangen als etwas zu Fürchtendes und gibt Zeichen des Schreckens bei ihrem Anblick. Sehr viele Tiere, vor allem kleine Säugetiere und Vögel, zeigen aber beim Herannahen eines auffallenden Gegenstands Aufmerksamkeit, selbst etwas, was man Neugier nennen könnte. Bewegt sich der Gegenstand langsam, bedächtig und leise, so beobachten sie ihn mit gespannter Aufmerksamkeit, aber ohne sich zu bewegen. Erfolgt eine plötzliche, schnelle Bewegung, so fliehen sie sofort. Sie benehmen sich so, einerlei, ob sich der Kopf einer Schlange, ein Band oder ein menschlicher Finger langsam vor ihnen hin und her wiegt. Stürzt sich nun die Schlange im richtigen Moment rasch auf ihr Opfer, so hat sie es gefangen. Sie braucht dazu keine Zauberei, sondern sie verfährt nach den natürlichen Fähigkeiten ihres Körperbaues und ihrer Instinkte.

Viele Vögel, welche vorwiegend von Amphibien, Reptilien u. dgl. leben, fangen gelegentlich junge und erwachsene, vor allem kleinere Vögel. Das gilt auch von Vogelarten, die sich in der Hauptsache von Insekten oder von gemischter Kost ernähren. Charakteristische Beispiele hierfür aus unserer einheimischen Fauna sind Raben und Krähen, Dohlen, Elstern, Häher, Neuntöter usw. Auch von großen Möwen ist bekannt, daß sie neben Fischen auch Seevögel, ja selbst Angehörige ihrer eigenen Art verzehren. Ausgesprochene Vogelfänger

Digitized by Google

sind aber vor allem unsere Tagraubvögel. Zwar sind nur wenige von ihnen ausschließlich Vogelfresser, fast alle nehmen auch andere kleine Wirbeltiere, ja selbst Insekten daneben an. Der nordische Jagdfalke nährt sich im Sommer vorwiegend von Seevögeln, im Winter von Schneehühnern, die Baumfalken von kleinen Vögeln, unter denen Lerchen und Schwalben eine Hauptrolle spielen. Die Wanderfalken sind die gefürchteten Feinde von Tauben, Rebhühnern, Dohlen, Krähen, Kiebitzen. Auch die Sperber jagen fast ausschließlich kleine Vögel.

Die großen Tagraubvögel sind alle geschickte Vogeljäger; doch spielen bei ihnen Säugetiere als Nahrung eine mindestens ebenso wichtige Rolle. Steinadler jagen auf alle kleinen und mittelgroßen Säugetiere und alle Vögel. Ähnlich leben die Weißkopfseeadler, welche oft bei der Erbeutung von Enten, Alken, Schwänen, Reihern beobachtet worden sind, sich aber auch auf Fische stürzen, selbst auf so große Tiere wie Störe und im Meere gar auf große Seesäugetiere wie die Delphine. Die Rohrweihen jagen vorzugsweise auf Wasser- und Sumpfvögel.

Unter den Säugetieren vermögen nicht viele sich der Vögel zu bemächtigen. Doch gibt es unter ihnen viele Nesträuber, von den Eichhörnchen und Mardern bis zu den Lemuren und Affen. Füchse und andere kleine Raubtiere wissen Gänse, Enten, Hühner zu überlisten oder überfallen sie nachts im Schlaf, wie Marder, Wiesel, Zobel.

Leoparden, Pumas und Jaguare fallen gelegentlich größere Vögel (Strauße, Tinamus usw.) an, und vom Tiger wird berichtet, daß er mit einer gewissen Vorliebe die balzenden Männchen der wilden Pfauen und Argusfasanen beschleiche.

Schließlich sei hier auf jene Tiere hingewiesen, welche mit besonderer Vorliebe die beschalten, in Nestern oder Verstecken abgelegten Eier von Reptilien und Vögeln fressen und zum Teil aus dieser Ernährungsweise sogar eine ausgesprochene Spezialität gemacht haben. Es sind vielfach dieselben Tiere, welche die Eier von Reptilien und von Vögeln rauben. Speziell die in großen Haufen abgelegten und sich selbst überlassenen Eier der Krokodile sind viel begehrt. Sie werden vor allem von Geiern (Cathartes) und Ichneumonen gefressen. Vogeleier werden von allen möglichen Reptilien gesucht. Eidechsen, Varane, Leguane, auch die giftige Eidechse (Heloderma horridum Wiegm.) nehmen gern Vogeleier. Das gleiche gilt für viele Schlangen, z. B. Coluber-Arten. Vor allem wären hier aber jene eigenartigen Schlangen aus der afrikanischen Gattung Dasypeltis zu erwähnen, welche die Vogeleier, die an Größe ihren Kopf oft bei weitem übertreffen, ganz hinunterschlucken, um sie erst „unterwegs" zu zerknacken. Die vordersten Körperwirbel dieser Schlangen besitzen nämlich ventrale Fortsätze, die zahnartig in einer Längsreihe in den Vorderdarm hineinragen. Wenn das Ei beim Schluckakt bei ihnen angelangt ist, wird es durch Muskeldruck an sie angepreßt und so geöffnet. Die leere Kalkschale wird dann wieder ausgespien.

Viele Vögel plündern die Gelege ihrer eigenen geflügelten Brüder: Kormorane, Pinguine sollen regelmäßig die Nester der Brutkolonien überfallen. Von Raben, Krähen und anderen Vögeln des Binnenlandes sind ähnliche Untaten längst bekannt. Unter den Säugetieren sind als regelmäßige oder gelegentliche Liebhaber von Vogeleiern vor allem Eichhörnchen, Ichneumonen, Lemuriden, Affen sowie verwilderte Hausschweine zu nennen.

Einige derjenigen Wirbellosen, von denen oben berichtet wurde, daß sie Vögel fressen, können gelegentlich auch ein kleines Säugetier überwältigen, so Vogelspinnen und Krabben. Aber gewöhnlich ist eine größere Gewandtheit, Körperkraft und Intelligenz erforderlich, um der höchststehenden unter den Tieren Herr zu werden. Es sind fast nur Wirbeltiere, die Säugetiere zu besiegen vermögen, und auch die niederen Wirbeltiere sind durch wenige Säugetierfresser vertreten. Die Fische haben ja nur wenig Gelegenheit, Säugetieren zu

Digitized by Google

Cyprinus carpio Linnaeus, 1758 (Europe); Carassius auratus (Linnaeus, 1758) (China); Carassius carassius (Linnaeus, 1758) (Europe); Ctenopharyngodon idella (Valenciennes, 1844) (China); Hypophthalmichthys molitrix (Valenciennes, 1844) (China); Hypophthalmichthys nobilis (Richardson, 1845) (China); Leuciscus idus (Linnaeus, 1758) (Europe); Mylopharyngodon piceus (Richardson, 1846) (China); Rutilus rutilus (Linnaeus, 1758) (Europe); Tinca tinca (Linnaeus, 1758) (Europe).

Fig. 1. *Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758 (Europe).

Figure 1.1 Ruth Bader Ginsburg, Associate Justice of the Supreme Court of the United States, 1993–2020. Photo by Steve Petteway, Collection of the Supreme Court of the United States.

Ginsburg's life and career are the subject of a 2018 biopic, *On the Basis of Sex*, starring Felicity Jones as Ginsburg and Armie Hammer as her husband Martin Ginsburg. The film's title refers to Ginsburg's argument that the Supreme Court should apply strict scrutiny to laws that discriminate on the basis of sex. Ginsburg argued that sex discrimination is as harmful as discrimination on the basis of race, and that the Court should apply the same level of scrutiny to both. The Court has not adopted this position, but it has applied a heightened level of scrutiny to sex discrimination cases, which is a significant departure from the rational basis review that it applies to most other laws.

Ginsburg's legacy is one of tireless advocacy for gender equality. She was a pioneer in the field of women's rights, and her work has had a profound impact on the lives of millions of women. She is a role model for lawyers and judges, and her dissents are a source of inspiration for those who seek to challenge the status quo.

Key Terms

- **Strict scrutiny**: The highest level of judicial review, applied to laws that discriminate on the basis of race, national origin, or alienage. Under strict scrutiny, the government must show that the law is narrowly tailored to serve a compelling government interest.
- **Intermediate scrutiny**: A level of judicial review applied to laws that discriminate on the basis of sex or illegitimacy. Under intermediate scrutiny, the government must show that the law is substantially related to an important government interest.
- **Rational basis review**: The lowest level of judicial review, applied to most laws. Under rational basis review, the law is presumed constitutional and will be upheld if it is rationally related to a legitimate government interest.
- **Gender equality**: The principle that men and women should have the same rights and opportunities.
- **Women's rights**: The rights of women to equal treatment under the law and to participate fully in society.

Further Reading

- Ginsburg, Ruth Bader. *My Own Words*. New York: Simon & Schuster, 2016.
- Ginsburg, Ruth Bader, and Mary Hartnett. *Women's Rights Are Human Rights*. New York: Oxford University Press, 2010.
- Ginsburg, Ruth Bader, and Wendy W. Williams. *Sex Discrimination and the Law: Cases and Materials*. 2nd ed. New York: Aspen Publishers, 2003.
- Rosen, Jeffrey. *The Supreme Court: The Personalities and Rivalries That Defined America*. New York: Times Books, 2006.

Fig. 1.—Skeleton of Whale (*Balaenoptera*). *a*, Cervical vertebrae; *b*, thoracic vertebrae; *c*, lumbar vertebrae; *d*, caudal vertebrae; *e*, ribs; *f*, sternum; *g*, scapula; *h*, humerus; *i*, radius; *j*, ulna; *k*, carpal bones; *l*, metacarpal bones; *m*, phalanges; *n*, pelvic bone; *o*, femur; *p*, tibia; *q*, fibula; *r*, tarsal bones; *s*, metatarsal bones; *t*, phalanges.

Fig. 1. Berlin, Kunstgewerbemuseum. Ivory diptych with the Crucifixion and the Ascension, Carolingian, 9th century.

Hans Reinhardt, Leiter der Abteilung für Textilien, Kostüme und Stickereien, Hans Schmitz, Leiter der Abteilung für Graphik, Plastik und Kunstgewerbe, Dr. Wilhelm Stein, Leiter der Abteilung für Gemälde, Dr. Wilhelm Wolfgang Weber, Leiter der Abteilung für Waffen, Dr. Wilhelm Zils, Leiter der Abteilung für Münzen, Medaillen und Plaketten, Dr. Friedrich Zschille, Leiter der Abteilung für Keramik, Glas und Elfenbein.

2. Gemälde- und Skulpturgalerie.

Direktor: Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Wilhelm Bode, Generaldirektor der Preußischen Staatlichen Museen, Ordentliches Mitglied der Preußischen Akademie der Künste, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Wien, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Budapest, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Amsterdam, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Kopenhagen, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Stockholm, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Christiania, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Helsingfors, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Prag, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Rom, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Florenz, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Bologna, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Venedig, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Neapel, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Madrid, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Lissabon, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Antwerpen, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Brüssel, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Amsterdam, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Kopenhagen, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Stockholm, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Christiania, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Helsingfors, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Prag, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Rom, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Florenz, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Bologna, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Venedig, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Neapel, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Madrid, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Lissabon, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Antwerpen, Ehrenmitglied der Akademie der Künste in Brüssel,

[illegible] Bombyx mori L. (Fig. 1) ist ein Schmetterling mit einer Spannweite von 4 cm. Die Grundfarbe der Flügel ist weiß, die Vorderflügel sind mit einer feinen, dunklen Querlinie versehen. Die Fühler sind gekämmt. Die Raupe ist 7 cm lang, weißlich, mit einem Horn am letzten Segment. Sie spinnt einen Kokon aus einem einzigen Faden, der bis zu 1000 m lang sein kann.

Fig. 1. Bombyx mori L., Männchen.

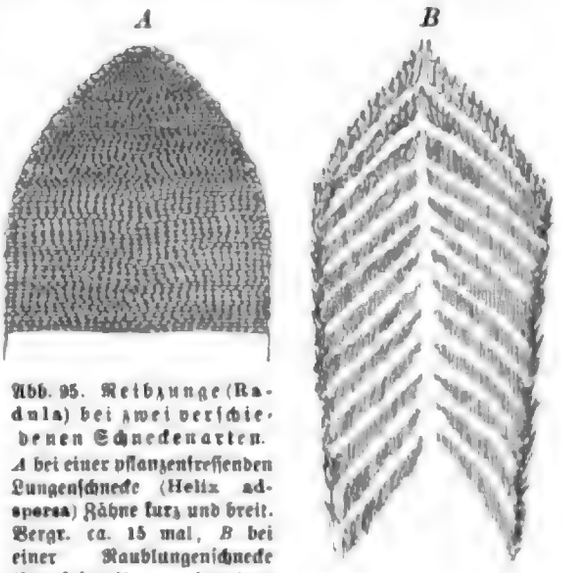


Abb. 95. Reibzunge (Radula) bei zwei verschiedenen Schneckenarten. *A* bei einer pflanzenfressenden Lungenschnecke (Helix adsperса) Zähne kurz und breit. Vergr. ca. 15 mal, *B* bei einer Raublungenschnecke (Daudebardia brevipes Drap.) Zähne lang und spitz. Vergr. ca. 25 mal. Orig. nach Präparaten.

zellen und Daudebardien fressen Regenwürmer, die sie mit ihrem vorstoßbaren Schlundkopfe packen und ganz hinunterwürgen (Abb. 96). Da kann der vordere Teil noch zum Mund heraushängen, während der hintere im Magen schon fast verdaut ist. Natalina caffra und Glandina fressen Nacktschnecken und Gehäuseschnecken, die sie bis in die letzten Windungen hinein ausleeren. Der Schlundkopf dieser Tiere, entsprechend der Länge der Radula sehr ausgedehnt, beeinflußt die ganze Körpergestalt. Die Schale ist für den mächtigen Vorderkörper zu klein, er kann nicht mehr in sie zurückgezogen werden; der Darm ist viel kürzer als bei den pflanzenfressenden Schnecken und entbehrt des muskulösen Vormagens.

Jedermann wohlbekannt sind die Verschiedenheiten in Organisation und Lebensweise bei den pflanzen- und tierfressenden Vögeln und Säugetieren. Man braucht sich bloß einen Falken und eine Gans oder eine Taube nebeneinander vorzustellen, um den Gegensatz vor Augen zu haben. Und ebenso einleuchtend ist die Gegenüberstellung eines Wolfes oder Löwen und einer Gazelle oder eines Hasen.

Am auffallendsten erscheinen uns die Gegensätze in der Ausbildung körperlicher Anpassungen. Diese treten uns, wie das bei Anpassungen, die mit der Ernährung zusammenhängen, verständlich ist, zunächst an den Mundwerkzeugen entgegen. Wir erwähnten sie gerade bei Insekten und Schnecken. Ähnliche Gegensätze in der Ausbildung der Mundwerkzeuge können wir bei allen Tiergruppen ausfindig machen. Von Bedeutung ist da gerade das Beispiel, welches die Vögel uns darbieten. In den verschiedensten Formen tritt uns bei ihnen im Schnabel ein ausgesprochenes Greifwerkzeug entgegen, dessen Gestaltung eine sehr weitgehende Übereinstimmung mit der Art der aufzunehmenden Nahrung zeigt. Wir haben früher die Meißel- und Zangenschnäbel der Pflanzenfresser geschildert. Wir haben gesehen, wie bei Insektenfressern der Schnabel zum Teil zu einer feinen Pinzette wird, geeignet, um die Insekten aus ihren Schlupfwinkeln hervorzuholen. Ähnliche, zum Teil sehr komplizierte Bildungen kommen bei muschel- und krustazeenfressenden Vögeln vor. Bei den räuberischen Vögeln, einerlei, ob sie Fische, Kaltblüter des Landes oder warmblütige Tiere verzehren, finden wir den Schnabel als gewaltiges Hackinstrument ausgebildet, als eine Waffe, die wohl geeignet ist, den Widerstand eines sich wehrenden, kräftigen Tieres zu brechen.

Fast noch belehrender sind die Anpassungen bei den Säugetieren. Inwiefern die Bezahnung bei ihnen jeweils der Art der Nahrung entspricht, das ist im ersten Bande dieses Werkes S. 319—330 ausführlich dargestellt worden. Es verlohnt sich, an dieser Stelle kurz noch einmal darauf hinzuweisen, wie die Ähnlichkeit der Nahrung die verschiedensten

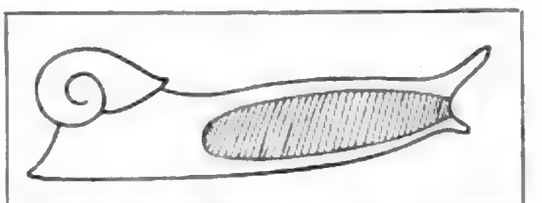


Abb. 96. Daudebardia sp. Schematischer Umriß des Körpers mit eingezeichnetem Schlundkopf. Nach Simroth.

Digitized by Google

Tierformen einander ähnlich macht. Huftiere und Nagetiere haben außer den Vorderzähnen, die sie zum Ergreifen und eventuell zum Abschneiden oder Öffnen der ihnen als Nahrung dienenden Pflanzenteile brauchen, eine Bezahnung mit breiter Mahlfläche. Bei allen Säugetieren mit vorwiegend pflanzlicher Nahrung sehen wir eine entsprechende Ausbildung in geringerer oder größerer Vollkommenheit. Die auf einer ganz anderen Zahnformel aufgebaute Gebißgestaltung der Beuteltiere kann sich im äußeren Aussehen auffällig derjenigen von Huftieren oder Nagetieren nähern, wenn das betreffende Beuteltier auf entsprechende Nahrung angewiesen ist. Bei den grasfressenden Känguruhs haben wir ganz ähnliche Zähne wie bei Pferden; bei den körner- und samenfressenden Beuteltieren eine Bezahnung, die sich sehr derjenigen der Nagetiere nähert.

Die räuberischen Tiere brauchen Zähne, mit denen sie ihre flüchtige Beute festhalten können, und so finden wir beim Insektenfresser einerlei nun, ob er zu den Fledermäusen, zu den Beuteltieren, zu den echten Insektenfressern oder zu den Halbaffen gehört, ein Gebiß, welches aus kleinen spitzen Zähnen besteht; jeder Zahn ist von dem andern entfernt, und in den Zwischenraum zwischen je zwei unteren Zähnen greift ein oberer hinein, so daß die glattgepanzerten Insekten beim Biß wie zwischen zwei Gabeln festgespießt werden. Ja auch die ausschließlich insektenfressenden Reptilien, also vor allem Eidechsen, Geckos usw. zeigen uns denselben Charakter der Bezahnung. Der Unterschied gegenüber der einheitlichen Fläche, die von den Kauzähnen bei Pflanzenfressern gebildet wird, ist sehr auffallend. Ebenso finden wir relativ kleine gleichgroße, durch regelmäßige Abstände voneinander getrennte Zähne bei einer andern Gruppe von Tieren, die sich ebenfalls von einer flinken Beute mit schlüpfriger Körperoberfläche ernähren. Es sind dies die Fischfresser. Bei allen in ausgesprochener Weise fischfressenden Fischen, Reptilien und Säugetieren finden wir den Kopf in Form einer langen Schnauze vorgestreckt und den Mund mit einer langen Reihe spitzer, gleichförmiger Zähne ausgestattet. Werden diese in den schuppigen Körper eines Fisches eingeschlagen, so halten sie fest trotz seiner Glätte und Schlüpfrigkeit. Ja selbst bei manchen Vögeln, die sich vom Fischfang ernähren, wie z. B. bei den Sägern, finden wir eine Ausbildung des Schnabels, welche in ihrer Form und durch die zackigen Vorsprünge am Rande an die bezahnte Schnauze eines Gavials erinnert. Alle diese räuberischen Formen gebrauchen ja ihr Gebiß wesentlich zum Fang ihrer Beute, höchstens zerbeißen sie sie in einige große Bissen, die sie unzerkaut hinunterschlucken. So findet man im Magen des Delphines die ganzen Fische oder solche, deren Körper durch einen Biß in zwei Hälften zerlegt wird. Vielfach ist bei solchen Räubern das Kiefergelenk so eingerichtet, daß Ober- und Unterkiefer wie die Blätter einer Schere aneinander vorbeigleiten und so ein furchtbares Werkzeug bilden zum Töten und Zerfleischen der Beute. Zum Zerkauen wäre es höchst ungeeignet. Werfen wir noch einmal einen Blick auf die Gebißreihe bei den echten Raubtieren, die schon auf Seite 324 des ersten Bandes geschildert worden ist. Wir sehen da bei solchen Raubtieren, die nicht ganz ausschließlich sich von Fleisch ernähren, wie bei den Hunden, die Zähne der beiden Kiefer in zwei Gruppen eingeteilt: die vordere, welche aus den Schneidezähnen, dem Eckzahn und den ersten Backenzähnen besteht, hat scharfe Spitzen oder schmale Kanten. Sie ist der schneidende Teil des Gebisses. Die hinteren Backenzähne besitzen eine breite Fläche und stellen den zum Zerkauen und Zermahlen der Nahrung geeigneten Teil dar. Es ist nun sehr interessant zu verfolgen, wie bei denjenigen Raubtieren, welche als Omnivore zu bezeichnen sind, da sie regelmäßig von gemischter Kost leben, wie die Bären und Dachse, jene Kauzähne stark ausgebildet sind und im Gebiß geradezu dominieren, während bei den ausschließlichen Fleischfressern der Kauteil des Ge-

Digitized by Google

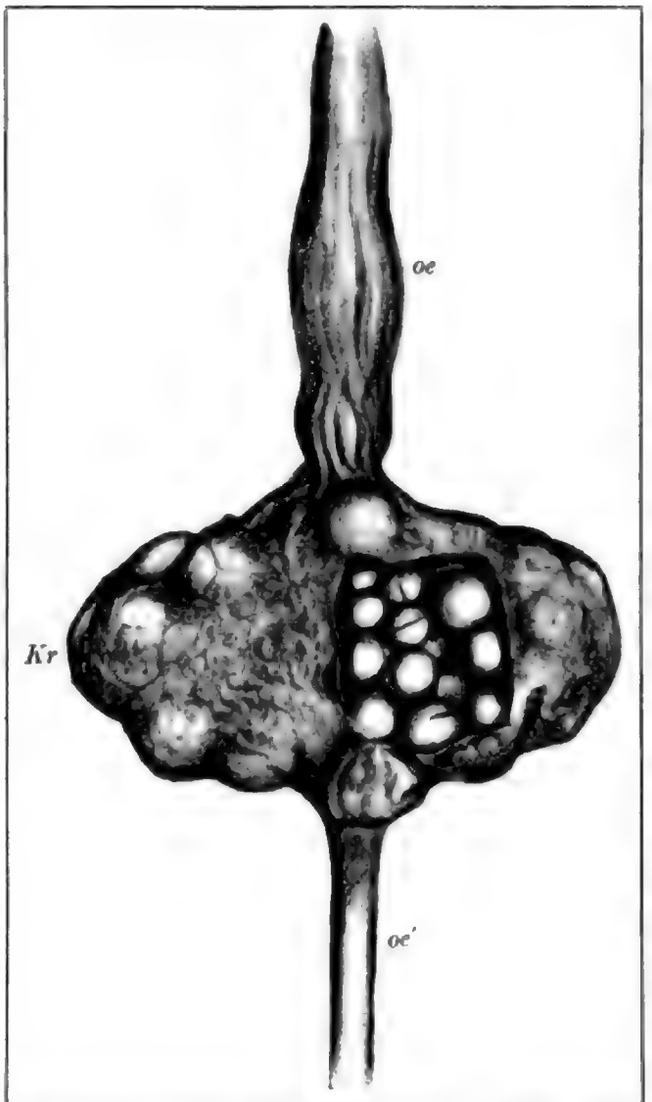


Abb. 97. Kropf (Kr) einer Haustaube oe, oe' oberer und unterer Teil der Speiseröhre, deren Ausſackung der Kropf bildet. Auf der einen Seite iſt ein Fenſter in die Kropfwand geſchnitten, um deſſen Füllung mit Erbſen zu zeigen. Orig. nach Präparat. Nat. Größe.

biſſes eine immer geringere Rolle ſpielt, ja bei den großen Katzen ſo gut wie ganz verſchwunden iſt. Mit der Verkürzung des Gebiſſes, welches mit dem gewaltigen Reißzahn endigt, iſt die Kraftentfaltung der maſſigen Beißmuskeln enorm geſteigert.

Ganz entſprechende Gebiſſe treten uns nun in einer auffallenden Ähnlichkeit bei den raubtierähnlich lebenden Beuteltieren, ſo bei dem tasmaniſchen Beutelwolf entgegen. Auch bei den vielfach fleiſchfreſſenden Affen, beſonders den Pavianen, iſt die Ähnlichkeit mit dem Raubtiergebiß, beſonders in deſſen vorderem Teil, eine unverkennbare.

Bei allen räuberiſchen Tieren muß die fehlende Kauleiſtung durch andere Funktionen des Verdauungsapparates erſetzt werden. Sie wird durch ſolche vertreten, welche ihre Aufgabe in einer möglichſt kurzen Zeit vollbringen. Es ſind das die chemiſchen Kräfte, welche die Verdauungsſäfte ausüben. Sie ſind von intenſivſter Wirkung und verdauen unter Mitwirkung ſtarker Säuren die aufgenommene Nahrung: Fleiſch, Fett, Bindegewebe, oft ſelbſt Knorpel und Knochen in kürzeſter Zeit. Eiweißlöſende (proteolytiſche) Fermente ſpielen bei ihnen eine viel größere Rolle als bei den Pflanzenfreſſern, bei denen die diaſtatiſchen, ſtärkeumwandelnden Fermente die weſentlichere Rolle ſpielen. So wird dem Raubtier die zur Erlangung ſeiner Beute notwendige leichte Beweglichkeit erhalten oder doch nach der Nahrungsaufnahme in relativ kurzer Zeit zurückgegeben. Es ſind ja manche räuberiſche Tiere darauf angewieſen, die Nahrung, die ihnen in größeren Zeitabſtänden zufällt, in großen Portionen aufzunehmen. Solche Tiere liegen während der Verdauung oft längere Zeit in einem Verſteck, da ſie außerordentlich träge und ungeeignet zur Flucht und Verteidigung geworden ſind. Immerhin ſind ſie dann noch dadurch geſchützt, daß ſie über bedeutende Körperkräfte, furchtbare Waffen und über einen, etwaige Gegner ſchreckenden, Anblick verfügen. Es gibt nicht viele Tiere, die eine bei der Verdauung liegende Rieſenſchlange oder einen träge daliegenden Tiger oder Löwen anzugreifen wagen.

Ganz anders ergeht es dem ſchwer beladenen Pflanzenfreſſer. Er muß ſich ſchwer vollfüllen, um aus ſeiner Nahrung die nötige Energiemenge zu ziehen. Ja wir ſehen die Pflanzenfreſſer vielfach mit beſonderen Vorratsorganen an ihrem Körper verſehen, in welche ſie ihre Nahrung haſtig einfüllen, um ſie in Ruhe an geſchütztem Orte weiter zu präparieren und

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

Fig.

Ireland

Ireland is the second largest island on the British Isles. It is separated from Great Britain by the Irish Sea and the North Channel. Ireland is divided into the Republic of Ireland and Northern Ireland. The Republic of Ireland is a sovereign state and Northern Ireland is a part of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland. The capital of the Republic of Ireland is Dublin and the capital of Northern Ireland is Belfast.

Ireland is a country of rolling hills and green fields. The climate is mild and wet. The average temperature in January is 5 °C and in July 15 °C. The average annual rainfall is 1,000 mm. The highest mountain is Carrauntoohil (1,041 m) in County Kerry.

The population of Ireland is about 6.5 million people. The majority of the people are Roman Catholics. The official languages are Irish and English. Irish is a Celtic language and is spoken by about 1.5 million people. English is the language of the majority of the people.

The economy of Ireland is based on agriculture, industry and services. The main agricultural products are cattle, milk, barley and potatoes. The main industries are food processing, chemicals, pharmaceuticals and electronics. The main services are tourism, banking and insurance.

Ireland has a long history. The first people arrived in Ireland about 8,000 BC. The Celts arrived in Ireland about 500 BC. The Romans never conquered Ireland. In the 5th century AD Christianity was introduced to Ireland by Saint Patrick. In the 12th century AD the Normans invaded Ireland. In the 16th century AD the English conquered Ireland. In the 19th century AD the Irish struggled for independence. In 1922 the Irish Free State was established. In 1937 the Irish Free State became the Republic of Ireland. In 1949 the Republic of Ireland left the British Commonwealth. In 1973 the Republic of Ireland joined the European Economic Community.

Ireland is a member of the United Nations, the European Union, the Council of Europe, the Organisation for Economic Co-operation and Development, the World Trade Organization and the International Monetary Fund.

FIG. 49.—Tail of Bird, showing upper and under coverts.

The tail is the rudder of the bird, and is used in flight to steer by. It is also used as a support when the bird is perching, and in some birds, such as the Woodpeckers, it is used as a prop when climbing. The tail is composed of a number of feathers, usually twelve, which are known as rectrices. The tail is covered above and below by coverts, which are known as upper and under coverts respectively.

The wing is the organ of flight, and is composed of a number of feathers which are known as remiges. The wing is divided into three parts, the primaries, the secondaries, and the tertiaries. The primaries are the feathers which are attached to the hand, and are usually ten in number. The secondaries are the feathers which are attached to the forearm, and are usually nine in number. The tertiaries are the feathers which are attached to the upper arm, and are usually three in number. The wing is covered above and below by coverts, which are known as upper and under coverts respectively.

The leg is the organ of support, and is composed of a number of bones which are known as the femur, the tibia, the fibula, the tarsus, and the metatarsus. The leg is covered by feathers which are known as the thigh feathers. The foot is the organ of locomotion, and is composed of a number of bones which are known as the phalanges. The foot is covered by feathers which are known as the toe feathers.

The bill is the organ of feeding, and is composed of a number of bones which are known as the premaxilla, the maxilla, the mandible, and the hyoid. The bill is covered by a horny sheath which is known as the rhamphotheca. The bill is divided into two parts, the upper mandible and the lower mandible. The upper mandible is attached to the skull, and the lower mandible is attached to the upper mandible by a hinge joint. The bill is used for feeding, for preening, for nest building, and for defence.

The eye is the organ of vision, and is composed of a number of parts which are known as the sclerotic, the choroid, the retina, the iris, the pupil, the lens, the cornea, the aqueous humour, the vitreous humour, and the optic nerve. The eye is covered by a membrane which is known as the conjunctiva. The eye is protected by a number of feathers which are known as the eyelashes. The eye is moved by a number of muscles which are known as the extrinsic muscles of the eye.

The ear is the organ of hearing, and is composed of a number of parts which are known as the external ear, the middle ear, and the internal ear. The external ear is composed of a number of feathers which are known as the ear coverts. The middle ear is composed of a number of bones which are known as the malleus, the incus, and the stapes. The internal ear is composed of a number of parts which are known as the cochlea, the semicircular canals, and the vestibule.

The nostril is the organ of smell, and is composed of a number of parts which are known as the olfactory epithelium, the olfactory nerve, and the olfactory bulb. The nostril is covered by a membrane which is known as the nasal membrane. The nostril is protected by a number of feathers which are known as the nostril feathers.

The skin is the organ of touch, and is composed of a number of parts which are known as the epidermis, the dermis, and the subcutaneous tissue. The skin is covered by feathers which are known as the body feathers. The skin is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The feathers are the organs of flight, and are composed of a number of parts which are known as the rachis, the barbs, the barbules, and the hooklets. The feathers are covered by a membrane which is known as the feather sheath. The feathers are protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The bones are the organs of support, and are composed of a number of parts which are known as the periosteum, the compact bone, the spongy bone, and the marrow. The bones are covered by a membrane which is known as the periosteum. The bones are protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The muscles are the organs of movement, and are composed of a number of parts which are known as the fibres, the sarcolemma, the sarcoplasm, and the myofibrils. The muscles are covered by a membrane which is known as the perimysium. The muscles are protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The blood is the organ of circulation, and is composed of a number of parts which are known as the plasma, the red blood cells, the white blood cells, and the platelets. The blood is covered by a membrane which is known as the endothelium. The blood is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The heart is the organ of circulation, and is composed of a number of parts which are known as the myocardium, the endocardium, and the pericardium. The heart is covered by a membrane which is known as the pericardium. The heart is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The lungs are the organs of respiration, and are composed of a number of parts which are known as the bronchi, the bronchioles, and the alveoli. The lungs are covered by a membrane which is known as the pleura. The lungs are protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The digestive system is the organ of digestion, and is composed of a number of parts which are known as the mouth, the oesophagus, the crop, the proventriculus, the gizzard, the small intestine, the large intestine, the cloaca, and the vent. The digestive system is covered by a membrane which is known as the peritoneum. The digestive system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The excretory system is the organ of excretion, and is composed of a number of parts which are known as the kidneys, the ureters, the urinary bladder, and the urethra. The excretory system is covered by a membrane which is known as the peritoneum. The excretory system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The reproductive system is the organ of reproduction, and is composed of a number of parts which are known as the testes, the vas deferens, the penis, the ovaries, the oviducts, and the cloaca. The reproductive system is covered by a membrane which is known as the peritoneum. The reproductive system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The endocrine system is the organ of hormone production, and is composed of a number of parts which are known as the pituitary gland, the thyroid gland, the parathyroid glands, the adrenal glands, the pancreas, the pineal gland, and the thymus. The endocrine system is covered by a membrane which is known as the peritoneum. The endocrine system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The nervous system is the organ of coordination, and is composed of a number of parts which are known as the brain, the spinal cord, the peripheral nerves, and the autonomic nervous system. The nervous system is covered by a membrane which is known as the meninges. The nervous system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The integumentary system is the organ of protection, and is composed of a number of parts which are known as the skin, the feathers, the scales, the claws, the bill, and the spurs. The integumentary system is covered by a membrane which is known as the epidermis. The integumentary system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The musculoskeletal system is the organ of movement, and is composed of a number of parts which are known as the bones, the muscles, the tendons, the ligaments, and the joints. The musculoskeletal system is covered by a membrane which is known as the periosteum. The musculoskeletal system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The circulatory system is the organ of circulation, and is composed of a number of parts which are known as the heart, the blood vessels, the blood, and the lymph. The circulatory system is covered by a membrane which is known as the endothelium. The circulatory system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The respiratory system is the organ of respiration, and is composed of a number of parts which are known as the nostrils, the trachea, the bronchi, the lungs, and the air sacs. The respiratory system is covered by a membrane which is known as the pleura. The respiratory system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The digestive system is the organ of digestion, and is composed of a number of parts which are known as the mouth, the oesophagus, the crop, the proventriculus, the gizzard, the small intestine, the large intestine, the cloaca, and the vent. The digestive system is covered by a membrane which is known as the peritoneum. The digestive system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The excretory system is the organ of excretion, and is composed of a number of parts which are known as the kidneys, the ureters, the urinary bladder, and the urethra. The excretory system is covered by a membrane which is known as the peritoneum. The excretory system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The reproductive system is the organ of reproduction, and is composed of a number of parts which are known as the testes, the vas deferens, the penis, the ovaries, the oviducts, and the cloaca. The reproductive system is covered by a membrane which is known as the peritoneum. The reproductive system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The endocrine system is the organ of hormone production, and is composed of a number of parts which are known as the pituitary gland, the thyroid gland, the parathyroid glands, the adrenal glands, the pancreas, the pineal gland, and the thymus. The endocrine system is covered by a membrane which is known as the peritoneum. The endocrine system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The nervous system is the organ of coordination, and is composed of a number of parts which are known as the brain, the spinal cord, the peripheral nerves, and the autonomic nervous system. The nervous system is covered by a membrane which is known as the meninges. The nervous system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The integumentary system is the organ of protection, and is composed of a number of parts which are known as the skin, the feathers, the scales, the claws, the bill, and the spurs. The integumentary system is covered by a membrane which is known as the epidermis. The integumentary system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The musculoskeletal system is the organ of movement, and is composed of a number of parts which are known as the bones, the muscles, the tendons, the ligaments, and the joints. The musculoskeletal system is covered by a membrane which is known as the periosteum. The musculoskeletal system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The circulatory system is the organ of circulation, and is composed of a number of parts which are known as the heart, the blood vessels, the blood, and the lymph. The circulatory system is covered by a membrane which is known as the endothelium. The circulatory system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

The respiratory system is the organ of respiration, and is composed of a number of parts which are known as the nostrils, the trachea, the bronchi, the lungs, and the air sacs. The respiratory system is covered by a membrane which is known as the pleura. The respiratory system is protected by a number of feathers which are known as the contour feathers.

Fig. 1.—Horse and Foal.

Horse, the name of the solid-hoofed quadrupeds of the genus *Equus*, which includes the domesticated horse, the ass, the zebra, the quagga, the dauw, the kiang, the onager, the hemippe, the tarpan, the wild horse of Przewalski, and the extinct hipparion. The horse is the most important of the genus, and has been the companion of man from the earliest historical times. Its origin is unknown, but it is probable that it is descended from the wild horse of Przewalski, which is found in a wild state in Mongolia. The horse is a large, strong, and swift animal, with a long head, neck, and legs, and a short body. It has a mane and tail of long hair, and a coat of short hair. The horse is used for riding, driving, and carrying burdens. It is also used for racing, hunting, and polo. The horse is a social animal, and lives in herds. It is a herbivore, and feeds on grass, hay, and grain. The horse is a mammal, and gives birth to live young. The gestation period is about 11 months. The horse is a long-lived animal, and can live for 25 to 30 years. The horse is a valuable animal, and is used for many purposes. It is also a beautiful animal, and is admired by many people.

Giftapparate unter den Wirbeltieren nur den Reptilien. Stets sind es Giftdrüsen, welche an der Basis besonders umgestalteter Zähne münden und deren Gift sich beim Biß in die geschlagene Wunde ergießt. Es gibt nur eine Eidechsengattung, vertreten durch das in den südlichen Vereinigten Staaten und Nordmexiko vorkommende Heloderma horridum und H. suspectum Cope, welche einen giftigen Biß zu versetzen vermag. Sonst sind die einzigen Wirbeltiere mit giftigem Gebiß die Schlangen. Wie Giftdrüse und Zahn bei den Schlangen gebaut sind, welche verschiedenen Typen von Giftschlangen es gibt, und wie der Biß beigebracht wird, das wurde bereits im ersten Band dieses Werkes erörtert. Wir müssen hier noch hervorheben, daß die Giftschlangen verglichen mit ihren ungiftigen Verwandten meist träg beweglich sind. Sie haben die Neigung, bei drohender Gefahr sich zusammenzuringeln und den Angreifer abzuwarten. Sie erheben dann ihr Haupt und den Vorderteil des Körpers, um sich gegen den herannahenden Gegner zu schnellen. Das gleiche Verfahren wenden sie an, wenn sie einem Beutetier auflauern, oder wenn sie sich leise an ein solches anschleichen. Die eigentümliche Anordnung ihres Skelettes, die Kraft ihrer Muskeln erlaubt es ihnen manchmal sehr erhebliche Sprünge auszuführen. So ist es bekannt, daß Lanzettschlangen (Trigonocephalus lanceolatus Lac.) bis an die Nase von Pferden in die Höhe gesprungen sind.

Lauern und Springen ist überhaupt für viele Raubtiere charakteristisch. Krokodile liegen oft tagelang regungslos im Schlamm oder zwischen den Pflanzen im Fluß, um plötzlich auf ein zur Tränke kommendes Tier loszuschnappen. Riesenschlangen ruhen wie starr im Gebüsch oder lassen sich von Baumästen herunterhängen, denen sie vielfach sehr ähnlich sehen können. Leoparden lauern auf Bäumen und Felsen; Luchse auf Baumstämmen auf die vorübergehenden Beutetiere. Die Löwen warten im Gebüsch nahe der Tränke, vor allem gern an Steilufern von Bächen, auf die Zebras oder Antilopen der Steppe. Der Räuber liegt zusammengeduckt; seine gewaltigen Muskeln nimmt er zu einer mächtigen Bewegung zusammen und gewöhnlich ist mit einem Sprung, einem Hieb der Pranken, einem Biß der mächtigen Kiefer ins Genick das Opfer erlegt. Der Puma Argentiniens bricht nach Hudson Pferden und Hirschen das Genick, indem er eine Pranke und das Gebiß in den Nacken, die andere Pranke auf die Schnauze schlägt. Löwen können bei solchen Gelegen-

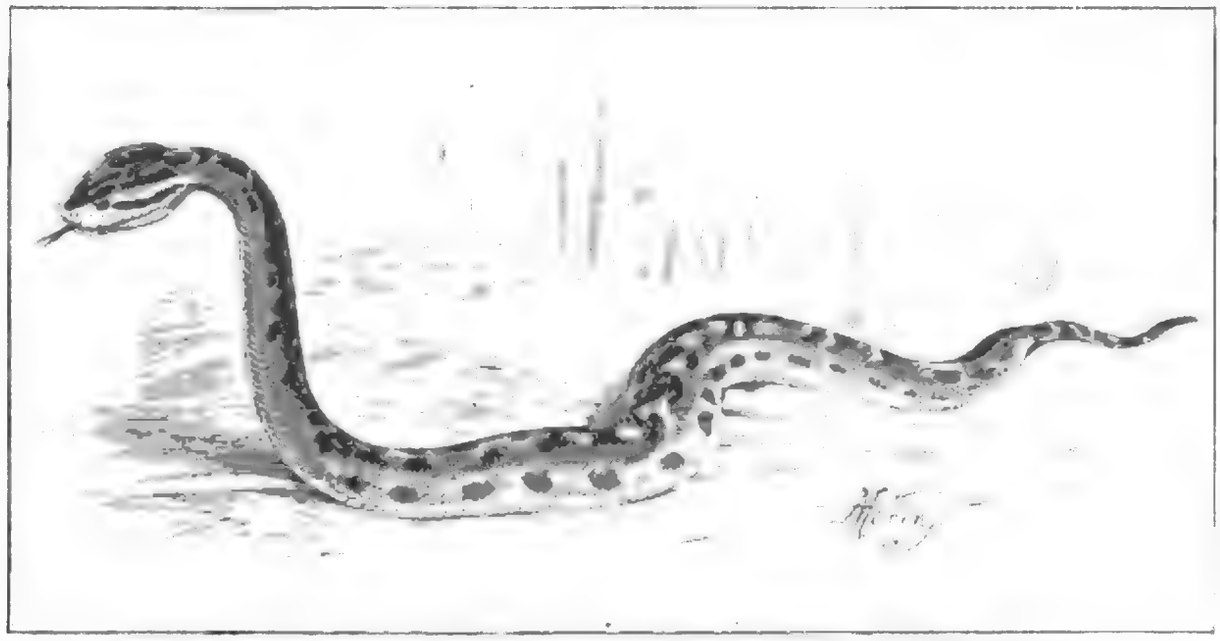


Abb. 103. Trigonocephalus lanceolatus Lacép. Die Lanzettschlange. Nach Doflein.

Digitized by Google

Raubtiere (Carnivora). Oben: Löwe (Panthera leo); Mitte: Braunbär (Ursus arctos); unten: Fischotter (Lutra lutra). Die Raubtiere sind eine Ordnung der Säugetiere mit rund 270 Arten, die weltweit verbreitet sind. Sie ernähren sich überwiegend von Fleisch, einige Arten sind jedoch auch Allesfresser. Die Ordnung ist in zwei Unterordnungen gegliedert: Katzenartige (Feliformia) und Hundeartige (Caniformia). Zu den Katzenartigen gehören neben den Katzen (Felidae) auch Schleichkatzen (Viverridae), Hyänen (Hyaenidae) und Mangusten (Herpestidae). Zu den Hundeartigen gehören neben den Hunden (Canidae) auch Bären (Ursidae), Marder (Mustelidae), Kleinbären (Procyonidae) und Robben (Pinnipedia). Die Raubtiere haben meist ein gut entwickeltes Gebiss mit scharfen Eckzähnen und Reißzähnen. Ihre Sinnesorgane sind ebenfalls gut ausgebildet, insbesondere Gehör, Geruchssinn und Sehvermögen. Viele Arten sind Einzelgänger, einige leben in Rudeln oder Familienverbänden. Die Tragzeit variiert stark zwischen den Arten und beträgt zwischen 50 und 600 Tagen. Die Jungen werden meist in Höhlen oder Nestern geboren und sind anfangs hilflos. Viele Raubtiere sind bedroht durch Lebensraumverlust und Bejagung. Einige Arten, wie der Tiger (Panthera tigris) und der Eisbär (Ursus maritimus), stehen auf der Roten Liste der gefährdeten Arten.

Wikipedia

Kurzschwertfeger. Die Arbeit ist dieselbe wie beim Langschwert, nur ist das Kurzschwert kleiner und leichter. Es wird in der Regel nur mit einer Hand geführt, kann aber auch mit beiden Händen gehalten werden. Es ist ein Stoßschwert, das auch zum Hauen benutzt wird. Die Klinge ist meist zweischneidig, selten einschneidig. Die Spitze ist scharf, die Schneiden sind gerade oder leicht gebogen. Die Klinge ist meist mit einer Hohlkehle versehen, die bis zur Spitze reicht. Das Heft ist kurz und hat einen Knauf. Die Parierstange ist kurz und gerade. Das Kurzschwert wird in einer Scheide getragen, die aus Leder oder Holz besteht.

Fig. 1. Ansicht des Gletschers von Südwesten. Photographie von Dr. Hans Hess.

Gletscher, die sich von Süden her in das Firnbecken ergossen. Die Firnmassen, die sich in diesem Becken ansammelten, flossen durch den Pass zwischen Piz Roseg und Piz Scerscen ab und bildeten den Roseggletscher. Dieser Pass ist heute noch vorhanden, aber er ist nicht mehr mit Firn gefüllt, sondern mit Eis, das sich in Form eines Eisfalles über die Felsen ergiesst. Der Eisfall ist in Fig. 1 deutlich zu sehen. Er ist ein Teil des Roseggletschers, der sich in Fig. 1 von links nach rechts erstreckt. Der Eisfall ist durch Querspalten in Eistürme zerlegt, die sich in Fig. 1 als helle Flecken abheben. Die Eistürme sind durch Längsspalten getrennt, die in Fig. 1 als dunkle Streifen erscheinen. Die Eistürme sind

Fig. 1. Braunbär (*Ursus arctos*).

Braunbär (Fig. 1) (*Ursus arctos*). Körper und Kopf plump, Schnauze kurz, Ohren klein, Beine stark, Füße breit, Sohlen nackt, Schwanz kurz, Pelz dicht, lang, rauh, Farbe braun, Jungen dunkler, Alte heller, Größe 1,5 m. Bewohnt Nordasien, Europa, Nordamerika, Gebirge, Wälder, Einöden, lebt einzeln, paarweise oder in Familien, ist Allesfresser, Pflanzen- und Fleischnahrung, Honig, Aas, Fische, Kerbtiere, Würmer, Mäuse, Ratten, Eichhörnchen, Hasen, Füchse, Wölfe, Rehe, Hirsche, Schafe, Rinder, Pferde, Schweine, Menschen, Hunde, Katzen, Vögel, Eier, Obst, Beeren, Nüsse, Getreide, Kartoffeln, Rüben, Kohl, Gemüse, Brot, Milch, Käse, Butter, Zucker, Bier, Wein, Branntwein, Tabak, Kaffee, Tee, Kakao, Gewürze, Salz, Pfeffer, Senf, Essig, Öl, Fett, Schmalz, Talg, Seife, Kerzen, Leder, Wolle, Baumwolle, Leinen, Kleider, Schuhe, Hüte, Mützen, Handschuhe, Strümpfe, Decken, Teppiche, Bücher, Papier, Tinte, Federn, Federhalter, Bleistifte, Radiergummi, Tintenlöscher, Siegellack, Briefumschläge, Briefmarken, Postkarten, Ansichtskarten, Tuschkasten, Farben, Pinsel, Malkasten, Zeichenpapier, Zeichenblock, Reißbrett, Reißschiene, Reißzeug, Lineal, Winkel, Zirkel, Reißfeder, Reißnägel, Reißzwecken, Klebstoff, Gummi, Leim, Kleister, Schere, Messer, Gabel, Löffel, Teller, Tassen, Gläser, Flaschen, Töpfe, Pfannen, Kessel, Schüsseln, Tiegel, Dosen, Kisten, Körbe, Säcke, Beutel, Taschen, Koffer, Rucksäcke, Schränke, Kommoden, Tische, Stühle, Bänke, Betten, Matratzen, Kissen, Bettdecken, Bettücher, Bettbezüge, Kopfkissenbezüge, Handtücher, Waschlappen, Seife, Bürsten, Kämme, Spiegel, Waschbecken, Waschschüsseln, Wasserkannen, Nachttöpfe, Öfen, Kohlen, Holz, Torf, Gas, Petroleum, Spiritus, Lampen, Leuchter, Kerzen, Streichhölzer, Zündhölzer, Feuerzeuge, Schwefelfäden, Zündschwämme, Feuersteine, Zunder, Lunten, Pulver, Gewehre, Pistolen, Revolver, Flinten, Büchsen, Kugeln, Schrot, Patronen, Hülsen, Pfropfen, Pulverhörner, Kugelformen, Ladestöcke, Zündhütchen, Gewehrschlösser, Gewehrläufe, Gewehrkolben, Gewehrschäfte, Gewehrriemen, Gewehrschling

Fig. 1. Skull of Bat (*Vespertilio murinus*). *a*, Anterior nares; *b*, orbit; *c*, temporal fossa; *d*, zygomatic arch; *e*, auditory bulla; *f*, occipital condyle; *g*, foramen magnum; *h*, palate; *i*, posterior nares; *k*, glenoid fossa; *l*, coronoid process; *m*, angle of lower jaw.

Fig. 2. Lateral view of Bat (*Vespertilio murinus*).

Fig. 3. Ventral view of Bat (*Vespertilio murinus*).

kollert. Am Boden des Trichters fällt es nun meist direkt in die weit aufgesperrten Kiefer des Ameisenlöwen. Dieser liegt vollkommen im Sand eingewühlt und streckt nur seine Kiefer hervor, die krampfhaft weit aufgesperrt sind und sich sofort über dem Opfer zusammenschlagen, das nun in der Falle gefangen ist.

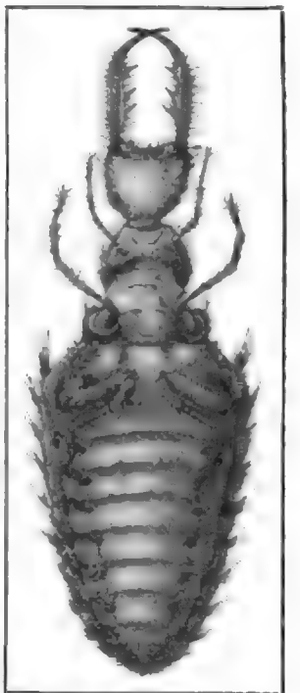


Abb. 110. Larve des Ameisenlöwen (Myrmeleon formicarius L.). Von der Bauchseite gesehen. Vergr. 10 mal. Orig. nach der Natur.

Aber das ist nicht immer der Fall. Das Tier kann in eine ungeeignete Lage zu den Kiefern gekommen sein, der Ameisenlöwe hat nicht rechtzeitig zugeschnappt, oder es ist sonst etwas schief gegangen. Die Ameise macht sich dann los und beginnt wieder den Abhang hinaufzuklettern. An den steilen Wänden des Trichters kann sie aber nicht festen Fuß fassen; der lockere Sand weicht unter ihr, und mit den Sandkörnern kollert sie wieder in die Falle hinab. Ist sie aber besonders geschickt und kommt sie ein Stückchen den Abhang hinauf, dann erfolgt etwas ganz Merkwürdiges: unter ihren Schritten lösen sich Sandkörnchen los und rollen zu dem Ameisenlöwen hinab. Wenn sie auf die Oberseite seines Kopfes fallen, dann beginnt er mit den gleichen schnellenden Bewegungen, mit denen er vorher den Trichter gebaut hatte, die Sandkörner in die Höhe zu schleudern. Sie sprühen an den Wänden des Trichters hinauf, und sehr häufig trifft der Schuß die Ameise oder doch in die Nähe von ihr; Teile von der Wand des Trichters lösen sich los, und mit ihnen kollert die Ameise in ihr Verderben hinab. Nun schließen sich die Kiefer mit Sicherheit über ihr zusammen; sie wird getötet und ausgesaugt. Die merkwürdige Anpassung, welche der äußere Bau des Ameisenlöwen zeigte, offenbart sich auch in der Konstruktion seiner Freßwerkzeuge und Verdauungsorgane. Die Oberkiefer sind von einer feinen Rinne durchzogen, die nach unten durch die Unterkiefer zu einer Röhre geschlossen werden kann (vgl. Abb. 184 Bd. I S. 292). Durch diese Röhre fließt der Magensaft des Räubers in das Opfer, löst dessen Weichteile auf, und der Ameisenlöwe saugt die verflüssigte Nahrungsmasse in seinen Magen. Dieser ist sackförmig, und der Darm ist nach hinten blind geschlossen. Das Tier besitzt keinen After. Es braucht auch keinen; es nimmt ja keine unverdaulichen Substanzen auf. Im Magen lagert sich im Laufe der Zeit ein Rückstand ab, welcher hauptsächlich aus Harnsäure besteht und von dem Tier jedesmal bei seiner Häutung durch den Mund entleert wird.

Es ist naheliegend, bei dieser Schilderung an die geschicktesten Fallensteller im Tierreich zu denken, an die netzbauenden Spinnen. Sie sind ja geradezu zu sessilen Tieren geworden, indem sie den größten Teil ihres Lebens, auf Beute lauernd, in der Mitte ihres Netzes oder in einem nahe gelegenen Versteck zubringen. So unterscheiden sie sich wesentlich in ihrer Beweglichkeit, in Bau und Funktion ihrer Sinnesorgane usw. von ihren freibeweglichen Verwandten, den umherschweifenden

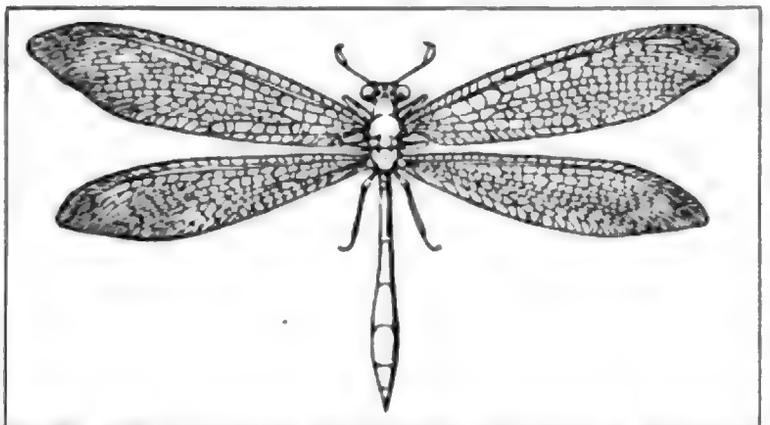


Abb. 111. Imago des Ameisenlöwen (Myrmeleon formicarius L.). Vergr. ca. 1½ mal. Orig. nach der Natur.

Digitized by Google

Abb. 1. Ein Gürteltier (Dasypus) mit Jungen. Man sieht, wie sich das Tier mit seinem Schwanz stützt, um sich aufrecht halten zu können. Die Jungen sind noch ganz weich und haben noch keine Panzerung. Sie werden erst nach einigen Wochen hart. Gürteltiere leben in Südamerika. Sie graben sich Höhlen in die Erde, in denen sie tagsüber schlafen. Nachts gehen sie auf Nahrungssuche. Sie fressen Insekten, Würmer, Schnecken, Aas und Früchte. Sie können sich zu einer Kugel einrollen, wenn sie sich bedroht fühlen. Dann ist ihr Panzer ihr Schutz. Sie können auch sehr gut graben und sich so in Sicherheit bringen. Gürteltiere sind Säugetiere. Sie bringen lebende Junge zur Welt und säugen sie mit Milch. Sie werden etwa 5 bis 10 Jahre alt. Manche Menschen essen Gürteltiere. Ihr Fleisch soll gut schmecken. Gürteltiere sind auch Haustiere. Sie werden gehalten, um Ungeziefer zu vertilgen. Sie sind sehr zutraulich und lassen sich gut zähmen. Sie können auch Kunststücke lernen. Gürteltiere sind Einzelgänger. Sie leben nur mit ihrer Familie zusammen. Sie sind sehr scheu und vorsichtig. Sie sind nachtaktiv. Sie sind gute Schwimmer. Sie können auch gut klettern. Sie sind sehr ausdauernd. Sie können lange Strecken laufen. Sie sind sehr schnell. Sie können bis zu 30 km/h laufen. Sie sind sehr wendig. Sie können sich gut verstecken. Sie sind sehr intelligent. Sie können sich gut orientieren. Sie sind sehr neugierig. Sie sind sehr mutig. Sie sind sehr stark. Sie können sich gut wehren. Sie sind sehr ausdauernd. Sie können lange Strecken laufen. Sie sind sehr schnell. Sie können bis zu 30 km/h laufen. Sie sind sehr wendig. Sie können sich gut verstecken. Sie sind sehr intelligent. Sie können sich gut orientieren. Sie sind sehr neugierig. Sie sind sehr mutig. Sie sind sehr stark. Sie können sich gut wehren.

Wikipedia

zurückzukehren. Während des Hinaufsteigens spinnt sie einen zweiten Faden. Solange dieser Faden frisch und klebrig ist, würde er leicht mit dem ersten Faden verschmelzen; die Spinne verhütet dieses, indem sie die Trittkralle des einen Hinterfußes immer zwischen den neuen und den alten Faden hält. Ist sie oben angelangt, so bewegt sie sich auf dem Aste ein Stückchen zur Seite und befestigt den Faden, der also in der Regel länger ist als der erste, in einem gewissen Abstand von dem ersten Ausgangspunkt. Damit hat sie für ihr Netz die dreieckige Grundlage geschaffen. Je nach der Örtlichkeit wird dieselbe auch in Trapezform angelegt. Die Stränge werden oft durch Zufügung von weiteren, mit ihnen verklebten Fäden verstärkt. Nun baut sie in dies Dreieck zunächst den Rahmen des eigentlichen Fangnetzes, und zwar stellt sie denselben her, indem sie die Schenkel des Dreiecks durch Querfäden verknüpft, welche durch weitere, nach außen gezogene Fäden die nötige Spannung erhalten. Auf diese Weise stellt die Spinne einen polygonalen Rahmen her, welchen sie dadurch verstärkt, daß sie die Fäden desselben verdoppelt, verdreifacht oder noch stärker macht (Abb. 113 A).

Wenn die Spinne ihren Bau an einem sehr isolierten Punkte beginnt, so benutzt sie manchmal eine Methode, die ihr gelegentlich auch zur Flucht und Rettung über Abgründe und Gewässer dient. Bei Wind stößt sie aus ihren Spinnwarzen Fäden aus, die vom Luftzug erfaßt und ausgezogen werden. Der Zufall bringt sie in Verbindung mit einem entfernten Gegenstand, an dem sie hängen bleiben. So wird die Brücke gebildet, die zum Hinüberwandern, eventuell auch als erster Ausgangspunkt für den Netzbau dient.

Sobald der Rahmen fertig ist, begibt sich die Baumeisterin etwa in die Mitte des obersten Horizontalfadens, von dort läßt sie sich senkrecht nach unten herunter, und stellt damit den ersten Faden des eigentlichen Fangnetzes her (Abb. 113 A). Sie kehrt auf diesem Faden bis etwa in seine Mitte zurück, das ist der Punkt, welcher nun zum Mittelpunkt des ganzen Radnetzes werden soll. Hier zieht sie mit ihren Hinterfüßen ganze Büschel von Fäden aus den Spinnwarzen und macht aus denselben eine Art von verfilzter Fläche, welche später für sie den Ruhepunkt bildet, an welchem sie auf ihre Beute lauert. Und nun beginnt sie die Speichen des Rades zu bauen. In der Regel beginnt sie, indem sie auf dem Zentralfaden wieder nach oben steigt und dabei einen neuen Faden spinnt; den befestigt sie, indem sie ihn in einem spitzen Winkel zu dem Zentralfaden ausspannt. Auf dem neuen Faden kehrt sie zum Mittelpunkt zurück und spannt nun einen Faden nach unten, der den Mittelpunkt mit dem Rahmen verbindet. Und nun fährt sie fort, indem sie immer abwechselnd einen Faden nach oben spannt und sodann einen nach unten (Abb. 113 B). Auf diese Weise bleibt das Netz immer straff ausgespannt, und wenn einmal ein Faden nicht straff genug sein sollte oder durch die weitere Bautätigkeit an Straffheit verliert, so spannt ihn die Spinne durch besondere Hilfsfäden, wie sie in der Abb. 113 B bei x und y angegeben sind, von neuem. Um dem Netz genügend Halt zu geben, werden alle Speichen aus Doppelfäden gebaut, d. h. die Spinne kehrt jedesmal auf einem frisch gespannten Radius zurück und läßt den bei dieser Wanderung entstehenden Faden mit dem vorhergezogenen verschmelzen.

Hat die Spinne zunächst einmal genug Speichen gebaut, so kehrt sie zum Mittelpunkt zurück und beginnt nun einen langen Spiralfaden zu spinnen, indem sie vom Mittelpunkt ausgeht, in einer allmählich sich erweiternden Spirallinie von Speiche zu Speiche steigt, und dabei jedesmal die benachbarten Speichen durch den Faden miteinander verbindet.

Dabei sieht man, wie verschiedenartige Dienste der Spinne die Beinpaare zu leisten vermögen. Hermann beschreibt das folgendermaßen: beim Bau des Spiralfadens „dient das erste Fußpaar als Meßinstrument, vermittels welchem sie die Abstände der Spiralen bestimmt, mit Hilfe des zweiten und dritten Paares geht sie von Speiche zu Speiche, das vierte

Digitized by Google

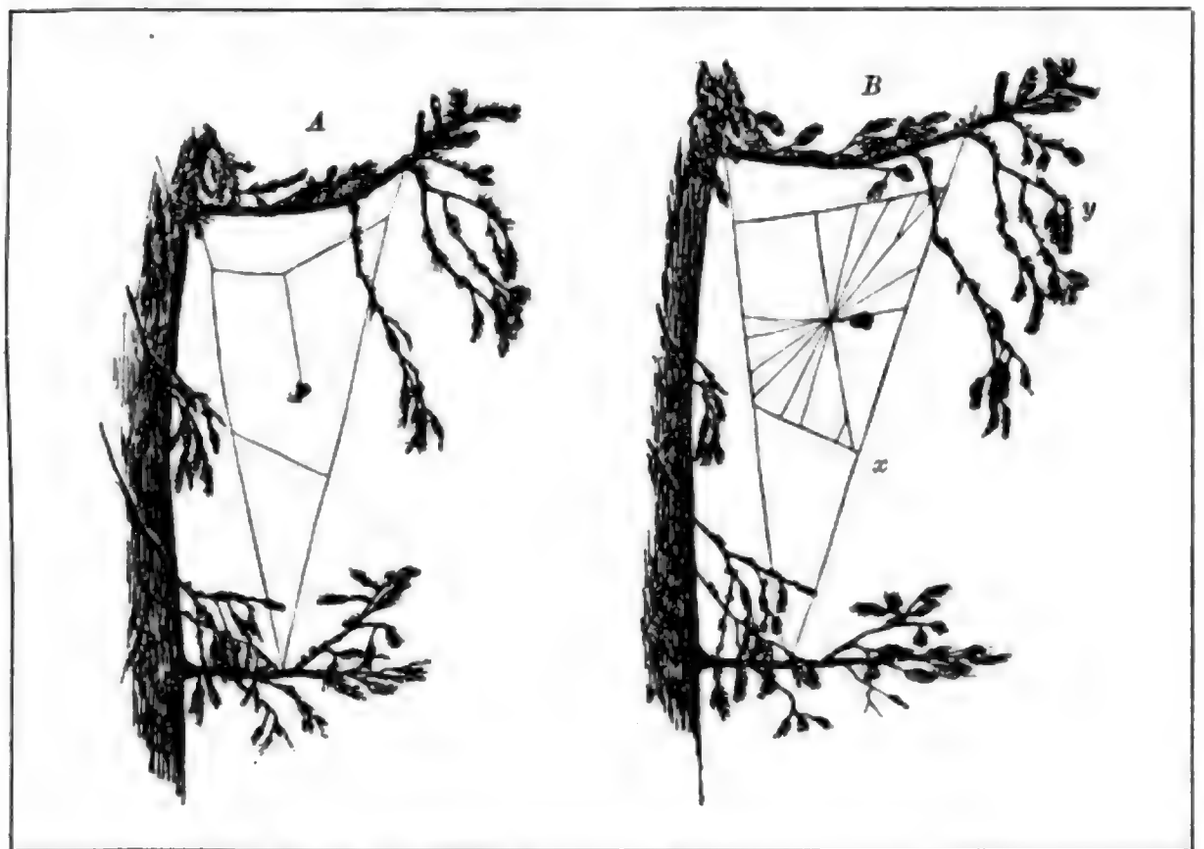


Abb 113. Netzbau der Kreuzspinne (Epeira diadomata L.).
A Grundlage und Rahmen des Netzes, Beginn des Speichenspannens; B die Speichen des Radnetzes werden gespannt. Orig. nach dem Leben.

Fußpaar leistet durch Fadenziehen und -knüpfen, welch letzteres unendlich interessant ist, seine Dienste. Von Speiche zu Speiche gehend, zieht sie nämlich mit dem vierten Fußpaar den Faden aus den Spinnwarzen, auf die Art, daß sie abwechselnd bald mit dem einen und dem anderen Fuße sich den Spinnwarzen nähert, damit sie den Faden weiter entwickle, d. h. herausziehe. Mit dem Entwickeln bis zur nächsten Speiche angelangt, drückt sie mit dem einen Fuße des nämlichen vierten Paares den Faden ein wenig nieder, mit dem anderen Fuße dagegen knüpft sie denselben mit Hilfe des Druckes der Einschlagklauen an die Speiche (vgl. Abb. 114). Der Faden ist also infolge des dem Knüpfen vorangehenden Niederdrückens nicht gespannt, sondern locker, und diese Lockerheit der Spiralfäden ist auf dem ganzen Netze so gleichmäßig, daß sie unter dem Einflusse des Lüftchens insgesamt gleichmäßig geschwellt werden. Es ist zu bemerken, daß diese Schneckenlinie doppelt ist, denn gelegentlich des Aufbruches aus dem Mittelpunkte zieht sie die Fäden in doppelter Distanz." Damit will er sagen, daß die Spinne zuerst eine ziemlich weite Spirale baut, indem sie vom Mittelpunkt ausgehend, ihre Umgänge mit relativ weitem Abstand macht. Sodann beginnt sie von außen mit einer Spirale, deren Umgänge sie zwischen diejenigen der ersten legt. Diese letztere ist der wichtigste Teil des Fangnetzes und besteht aus einer besonderen Art von Fäden. Die erste von innen gezogene Spirale wird meist nach dem Bau der neuen wieder zerstört. Außer dem Fangnetz baut die Spinne noch einen Wohnraum, ein Versteck aus zusammengewebten Blättern, in welchem sie sich hauptsächlich aufhält. Manche Epeiriden brechen nach vollendetem Bau das Zentrum der Spirale wieder ab, so daß dort ein freier Raum entsteht, andere, wie eben die Kreuzspinne, weben dort eine unregelmäßige festere Fläche, welche sie oft als Aufenthaltsort benutzen. Dieser Mittelpunkt des Netzes ist stets aus nicht klebrigen Fäden gefertigt. Eben

Digitized by Google

solche trockne Fäden setzen auch die an das Ruheplätzchen angrenzenden ersten Spiralumgänge im Netz zusammen.

Vielfach ist das Dreieck, in welches das Netz hineinkonstruiert wird, von sehr beträchtlichen Dimensionen, man hat solche Rahmen von einer Höhe bis zu 10 m beobachtet, dabei kann das Netz selbst etwa ganz nahe über dem Grasboden angebracht sein, während die Spinne selbst sich 10 m höher in der Baumkrone aufhält. Außer in der Größe variiert das Netz auch etwas im Bau, und vor allem können wir bemerken, daß die Spinne nicht immer genau in der gleichen Weise und in der gleichen Aufeinanderfolge der Verrichtungen die Arbeit ausführt.

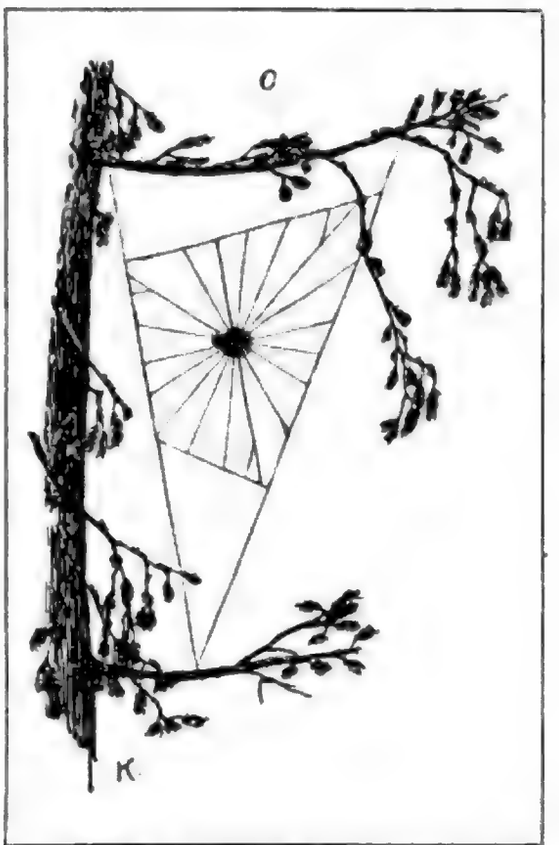


Abb. 113. Netzbau der Kreuzspinne.
C die Spinne beginnt den Spiralfaden zu ziehen.
Orig. nach dem Leben

Ein solches Netz dient also als Insektenfalle. Die straff gespannten Fäden stellen entweder das Gerüst des Ganzen dar, so vor allem die Speichen des Rades, der Rahmen und die wichtigsten Befestigungsfäden; sie bestehen aus einer besonderen Fadensorte, die aus besonderen Spulen der Spinnwarzen hervortreten. Es sind also, wie wir gleich sehen werden, besondere Drüsen, welche sie produzieren. Diese Fäden sind relativ stark und trocken, d. h. sie erhärten sehr bald, nachdem sie aus den Spinnwarzen hervorgetreten sind. Ein Teil dieser trockenen Fäden stellt auch eine Art von Telegraphenleitung dar oder besser gesagt, einen Klingelzug, durch welchen der Spinne Vorgänge signalisiert werden, welche sich an dem Netz ereignen. Und zwar wird die Aufmerksamkeit der Spinne durch die Erschütterungen erregt, welche sich an den Spannfäden fortpflanzen. So erfährt z. B. eine Spinne, die sich in der Krone eines Baumes ihre Wohnung eingerichtet hat, durch die Erschütterungen der Fäden, welche ihren Schlupfwinkel mit dem am Boden befindlichen Netze verbinden, die Ankunft eines als Beute geeigneten Insektes im Bereich des Netzes. Ein Insekt, eine Fliege oder ein Schmetterling, welcher durch die klare Luft dahingaukelt, gerät auf seinem Wege von einer Blume zur andern in die gefährliche Falle. Dabei kommt es in Berührung mit den Fäden der zweiten Spirale, deren Anlage wir vorhin ausführlich beschrieben haben. Diese Fäden, die nur lose gespannt sind, sehen unter dem Mikroskop ganz anders aus als die straffgespannten Fäden; während letztere einfach und glatt aussehen, sind die schlaffen Fäden mit lauter feinen Tröpfchen besetzt; sie sind feucht und klebrig (Abb. 114). Sie kommen aus ganz anderen Drüsen als die straffen Fäden, und sie haben auch eine andere Bedeutung in der Biologie der Spinne. Sie sind die Fangfäden, in welche sich die Insekten im Netze des Räubers verstricken. Man hat berechnet, daß auf den klebrigen Fäden eines großen Spinnennetzes 120000 Tröpfchen von gleicher Größe und in ganz regelmäßigem Abstande sich befinden. Die Regelmäßigkeit der Anordnung ist aber nicht durch Lebensfunktionen der Spinne bedingt; die Fäden stellen in frischem Zustande eine einheitliche schleimige Masse dar, an der nach physikalischen Gesetzen Faden und Tröpfchen sich sondern. Eine Wiederholung dieses Vorgangs können wir am gleichen Spinnennetz be-

Digitized by Google

obachten, wenn an einem Herbſtmorgen die feinen Tautropfen ſich ebenſo gleichmäßig anordnen. Sie, die uns die Spinnennetze an Stellen, an denen ſie ganz verborgen ſchienen, ſo auffällig machen, ſind natürlich viel größer als die Klebtröpfchen.

Der Schmetterling oder die Fliege, welche in das Netz geraten ſind, verſuchen alsbald durch heftige Bewegungen ſich zu befreien. Dabei geraten ſie in Berührung mit immer mehr Fangfäden, die feinen Häkchen und Borſten und ſonſtigen Fortſätze, welche ſich an vielen Stellen des Inſektenkörpers befinden, werden den Tieren zum Verderben. Das Opfer verſtrickt ſich immer unrettbarer in das Fadenwerk der Falle. Seine Befreiungsverſuche erſchüttern das luftige Bauwerk aufs heftigſte. Viele Fäden reißen ab, ſchlingen ſich aber alsbald um den Körper des Gefangenen.

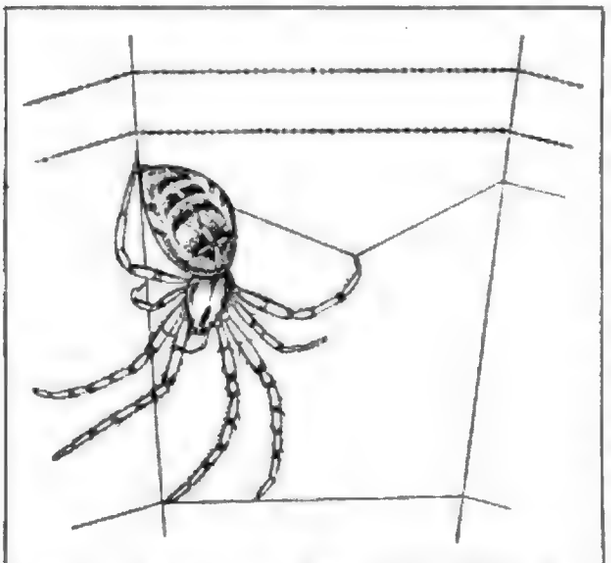


Abb. 114. Kreuzſpinne (Epeira diadomata L.) beim Spannen des klebrigen Spiralfadens. Nach Warburton.

Mittlerweile aber haben die auf den Spannfäden fortgepflanzten Erſchütterungen die Herrin des Netzes von dem Erfolg ihrer Fallenſtellerei benachrichtigt. Sie eilt mit großer Behendigkeit herbei, um die Beute zu ſichern und zu verhüten, daß das Netz allzuſehr beſchädigt werde. Ein größeres Inſekt wird mit größter Eile umſponnen, und zwar verfährt die Spinne dabei in ſehr einfacher Weiſe, ſie klebt die Enden zahlreicher Spinnfäden an die Beute an, indem ſie ihr Hinterleibsende wider eine beliebige Stelle des Inſektes preßt. Dann zieht ſie die Fäden ein Stück weit heraus und beginnt das gefangene Tier mit Hilfe des dritten und vierten Fußpaares, ſo ſchnell ſie kann, herumzuwirbeln. Wie ein breites Band ſtrömen dann die Fäden aus ſämtlichen Spinnwarzen hervor. „In kaum drei Sekunden wird die verhältnismäßig ſtarke Beute ſo umwickelt, daß ſie unfähig wird, ſich zu bewegen."

Während dieſes Vorganges macht die Spinne auch Gebrauch von ihrem Gift, das gebiſſene Tier ſtirbt nach wenigen Sekunden. Ein Schmetterling oder eine größere Fliege werden an Ort und Stelle, da wo ſie ins Netz geraten waren, ausgeſaugt. Kleine Inſekten werden auf den Ruheplatz im Mittelpunkt des Rades oder gar in die Wohnung geſchleppt, um dort ausgenützt zu werden.

Die Skelette der Opfer werden von der Spinne ſorgfältig aus dem Netze entfernt. Dabei beißt ſie Fäden ab und knüpft neue an, ſie ſtellt die geſtörte Spannung wieder her und bringt auch neue Fangfäden an. Ein Netz, welches ſchon ſeit längerer Zeit in Gebrauch iſt, läßt vielfach die urſprüngliche regelmäßige Grundlage nur mehr in Spuren erkennen. Wenn Tiere in das Netz geraten, welche als Beute für die Spinnen zu groß und ſtark ſind, ſo eilt die Spinne geſchäftig herbei und beißt ſelbſt die Fäden ab, in welchen das Tier hängen blieb. So beſchleunigt ſie ſelber die Befreiung der unwillkommenen Beute. Das iſt ſtets der Fall, wenn ſolche Inſekten in das Netz geraten ſind, welche über Giftſtacheln oder mit Giftdrüſen verſehene Beißwerkzeuge verfügen. Doch können die Spinnen Tiere überwältigen, welche ihnen an Körpergröße ganz bedeutend überlegen ſind. Daß die Spinnen an ihren klebrigen Netzfäden nicht hängen bleiben, verdanken ſie nach Fabre wahrſcheinlich einem öligen Drüſenſekret, welches ihre Körperoberfläche einſchmiert; vor allem aber wohl ihren vorſichtigen Bewegungen.

Digitized by Google

Fig. 1. Epeira diadema, female, with the web and the remains of the prey. Fig. 2. Epeira diadema, male. Fig. 3. Epeira diadema, female. Fig. 4. Epeira diadema, male. Fig. 5. Epeira diadema, female. Fig. 6. Epeira diadema, male. Fig. 7. Epeira diadema, female. Fig. 8. Epeira diadema, male.

Die Wiesenschaumkraut-Form des Aurorafalters (Männchen).

Diese Arabis hat Linnaeus so, nebst der Stammpflanze, Cardamine, bei seinem Namen. Sie kommt im Japanischen Flachland, Hoch-Nippon bildet und dieser Rasse gewöhnlich recht kräftigen Wuchs, wenn sie auf Wiesen, Feldern und Triften, in Gebüschen und Hecken, an Wegrändern und Gräben, auch in Wäldern, wo sie doch bevorzugt Kahl- und Waldschläge aufsucht, bei uns häufig auftritt und in Gärten gezogen wird. Sie ist eine Charakterpflanze der Frühlingsflora, die ihre Blüten bis in den Sommer hinein treibt. Ihre Blütezeit ist in Japan von Februar bis Juni.

Mehr als vielleicht in der Beschreibung von Engelhardt hebt sich diese Form in Wirklichkeit ab. Sie kann in Hoch-Nippon bis zu 1 Meter hoch werden, ist dann ein stattliches Gewächs, das sich in Gärten gut ausnimmt. Ihre Blüten sind ziemlich groß, weiß, ihre Kelchblätter aufrecht, ihre Blumenblätter sind in ihrer Größenlänge ungefähr vierfach. Blühzeit bei ihr Frühjahr. Sommer bis in die vollendete Reife hat sie ihre Blütenstände, die Früchte, die Früchte reifen mit dem Frühjahr. Sommer. Eine solche Art ist Arabis Thaliana, Acker-Arabis

mit Vorderfüßern und Taſtern aufhaſpelt. Den ergriffenen Gegenſtand hat die Spinne vorher an einem der Hinterbeine mit einem kurzen Fädchen angeklebt. Der glocken- oder röhrenförmige Wohnraum des Tiers iſt oft auch von feinen Steinchen umhüllt, welche das ganze Netz durch ihr Gewicht ſtraff erhalten. In dem Rohr kommt auch die junge Brut zur Entwicklung.

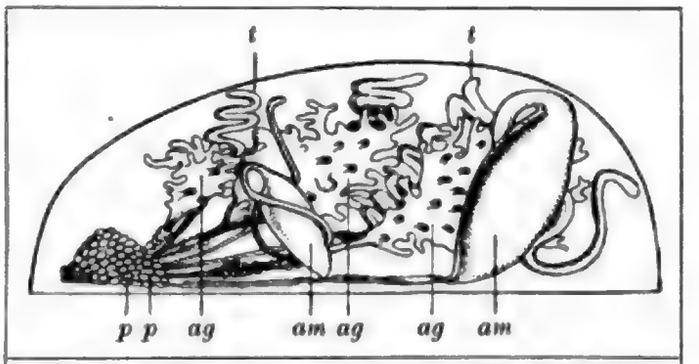


Abb. 117. Spinndrüſen einer Kreuzſpinne (eine Hälfte). *am* ampullenförmige Drüſen, *ag* baumförmige Drüſen, *t* röhrenförmige Drüſen, *p* beerenförmige Drüſen. Stark vergr. Nach Apſtein.

Zu den auffallendſten Spinnenbauten gehören die Netze der Röhrenſpinnen, ſie ſind dadurch ausgezeichnet, daß außer einem Fangapparat eine röhrenförmige Abteilung an ihnen vorhanden iſt, welche der Spinne als Wohnung und Ruheſtätte dient. Das beſtbekannte Beiſpiel aus dieſer Gruppe ſtellt das ſehr kunſtvoll gewebte Netz der gewöhnlichen Hausſpinne (Agelena labyrinthica) dar. Dieſes Tier, gegen welches beſonders in ländlichen Gegenden die Hausfrauen einen unabläſſigen Kampf führen müſſen, baut in den Wohnungen an ſchattigen Orten, gewöhnlich in den Winkeln der Wände oder der Decke, ihr eckbrettartiges Netz. Es beſteht aus einem dreieckigen, dem Segel der Segelnetze entſprechenden Teil, welcher durch Spannfäden mit der Decke und den Wänden verbunden iſt, am hinteren Teil des Netzes gegen die Wand zu ſetzt es ſich in eine mehr oder minder lange Röhre fort. Die Hausſpinnen bauen in ihrer Jugend ein kleines Netz und vergrößern dasſelbe während ihres Wachstums. Man hat Netze der Hausſpinne beobachtet, welche mehr als drei Quadratdezimeter maßen. Zwiſchen dem Netz und den Wänden ſind außer den Spannfäden auch Fangfäden angebracht. Das Netz ſelbſt und die Röhre beſtehen aus filzartigem Gewebe, welches über eine Grundlage aus zarten Fäden gebreitet wird.

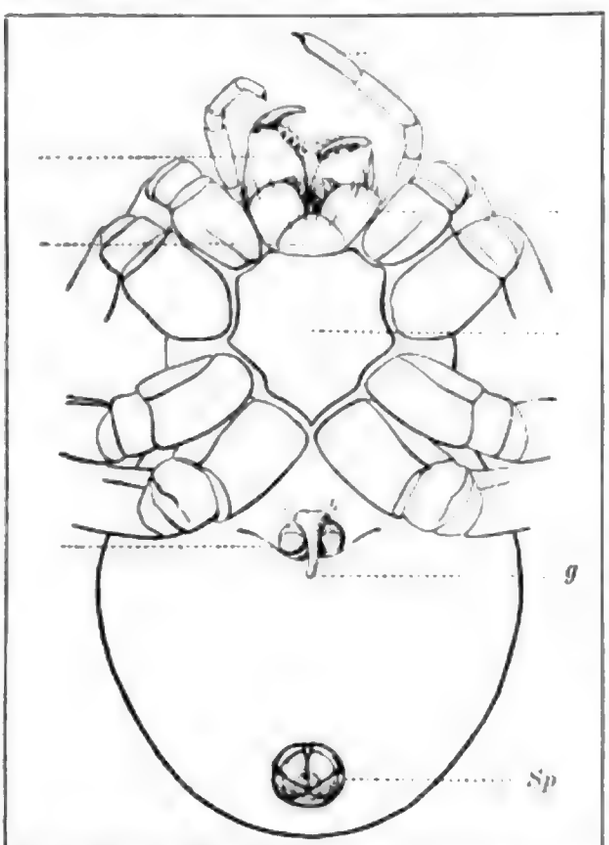


Abb 118. Umrißzeichnung der Unterſeite einer Kreuzſpinne. *Sp* Spinnwarze, *g* Geſchlechtsöffnung. Nach Kükenthal.

Ganz eng ſchließt ſich dieſer Bauart die Konſtruktion jener Spinnennetze an, welche wir im Hochſommer und Herbſt oft in ungeheuren Mengen am Boden, auf Wieſen und Heiden oder im Gebüſch, im Glanze der anhaftenden Tropfen des Morgentaues ſchimmern ſehen. Es ſind das die Trichternetze, von denen wir eine charakteriſtiſche Abbildung auf S. 176 geben. Die Trichter dieſer Netze ſind zwiſchen Grashalmen und Äſtchen ausgeſpannt und ſetzen ſich nach oben in Spann- und Fangfäden fort. Nach unten verſchmälert ſich der Trichter allmählich, um ſich ſchließlich ziemlich plötzlich zu

Digitized by Google

der Wohnröhre zu verengern, welche zwischen den unteren Teilen der Pflanzen verläuft; hier lauert die Spinne auf die Beutetiere, die sich oben im Netzwerk fangen.

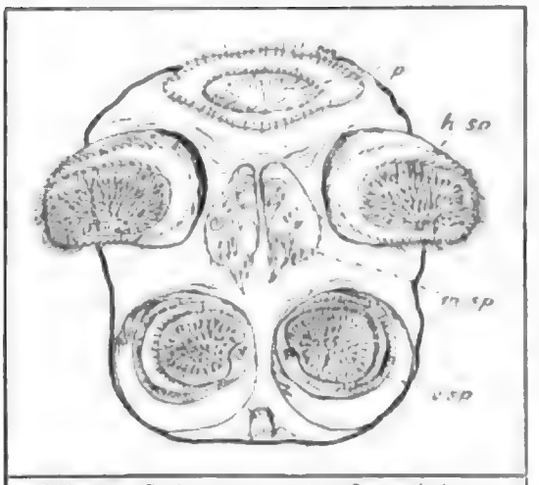


Abb. 119. Spinnwarzen der Kreuzspinne. *p* Höcker hinter den Spinnwarzen, unter welchem der After mündet, *h sp* hintere, *m sp* mittlere, *v sp* vordere Spinnwarzen. Nach Emerton aus Dahl.

Ein ähnliches Netz baut auch die Brasilianische Spinne Epeirion bahiensis, welche ihr dreieckiges Netz bei Sonnenaufgang abtakelt, zusammenlegt und davonträgt, um im Schatten die inzwischen gefangene Beute zu verzehren. Dieses Tier soll abends sein Netz wieder ausspannen und befestigen.

Wir benützen die Gelegenheit, um in Kürze die zum Netzbau wichtigsten Organe der Spinnen zu besprechen. Ein großer Teil des meist stark entwickelten Hinterleibs der Weibchen ist von den Spinndrüsen erfüllt. Diese Drüsen münden auf den Spinnwarzen (Abb. 118—120). Das sind 2—3 Paar Erhebungen, oft auch gegliederte Fortsätze, am Hinterende des Abdomens; auf jeder dieser Spinnwarzen münden eine ganze Anzahl von Röhrchen oder Spulen, welche je mit einer Spinndrüse in Verbindung stehen. Solcher Röhrchen sind es z. B. bei der Kreuzspinne im ganzen etwa 6—700. Die Spinndrüsen sind oft sehr untereinander im Bau verschieden. Sie können auch ganz verschiedene Fäden liefern. Die oben beschriebenen trocknen und klebrigen Fäden der netzbauenden Spinnen kommen aus verschiedenen Drüsen und für die Umhüllung der Eipakete, für die Kokons, wird oft eine besondere Sorte von Spinnseide produziert. Die verschiedenen Sorten können sogar in der Farbe voneinander sehr abweichen. Bei den Kreuzspinnen gibt es unter den vielen hundert Spinndrüsen fünf verschiedene Sorten, welche fünf verschiedene Qualitäten von Spinnseide produzieren. Sie sind in Form und Dimensionen sehr voneinander abweichend, wie ein Blick auf Abb. 117 zeigt. Bei den einzelnen Arten ist also die Entwickelung der Spinndrüsen und im Zusammenhang damit auch der Spinnwarzen sehr verschieden. Die kompliziertesten Spinnapparate haben die Epeiridae, die Rad- oder Kreuzspinnen.

Die Fäden der Spinnen sind nicht, wie oft angenommen wird, aus vielen hundert feiner Fäden zusammengesetzt; sie sind überhaupt nicht miteinander verflochten oder verwoben. Die Abbildung 120 zeigt an den Spinnwarzen einige wenige größere und viele kleine Spinnröhrchen. Bei den gewöhnlichen Fäden werden nun nur die Produkte der großen Röhrchen (a) des vordersten Spinnwarzenpaares verwandt; sie sind also aus zwei Teilfäden zusammengesetzt, die leicht voneinander getrennt werden können. Aber beim Beginn des Spinnens, wenn der Faden an der Unterlage verankert wird, geben die benachbarten Röhrchen eine Unmenge kleiner Fäden ab, die aber gleich endigen

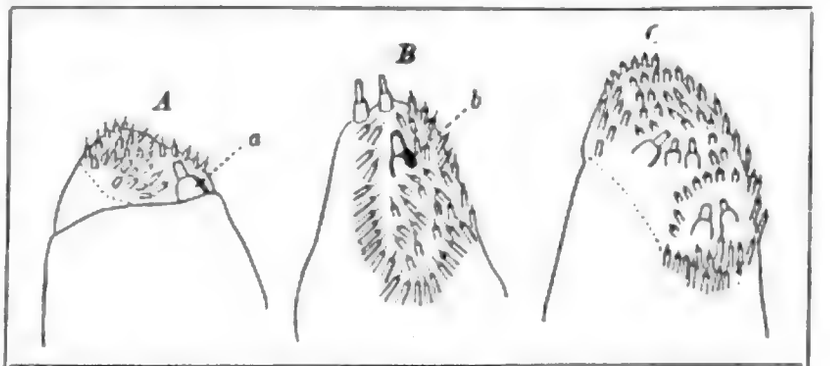


Abb. 120. Die drei Spinnwarzen der einen Seite von Epeira, der Kreuzspinne. *A* vordere, *B* mittlere, *C* hintere Spinnwarze. Nach Warburton.

Digitized by Google

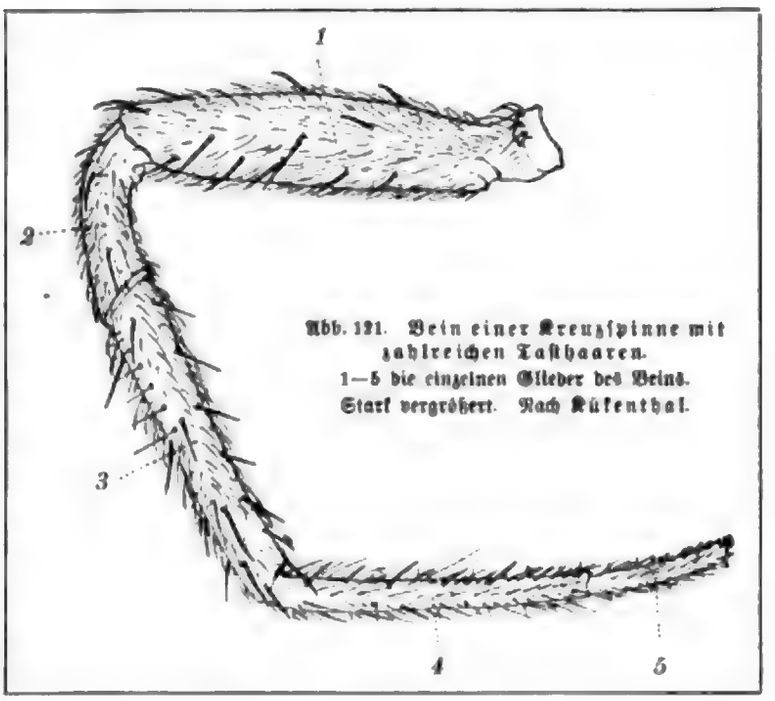


Abb. 121. Bein einer Kreuzſpinne mit zahlreichen Taſthaaren. 1—5 die einzelnen Glieder des Beins. Stark vergrößert. Nach Kükenthal.

und keinen Anteil an dem lang ausgezogenen Faden haben. Die Fadenmaſſen aus den kleinen Röhren ſind es auch, mit denen in der oben (S. 174) geſchilderten Weiſe, gefangene Inſekten in breite Seidenbänder eingewickelt werden. Die Röhre b (Abb. 120 B) der mittleren Spinnwarzen hilft mit, wenn ſtärkere Fäden beim Bau gebraucht werden; ſolche ſind dann vierteilig. Die drei größeren Röhrchen in der Mitte der hinteren Spinnwarzen (Abb. 120 C) liefern die klebrigen Fäden, die zwei am Ende der mittleren, ſowie die zwei an der Baſis der hinteren Warzen, liefern die Fadenmaſſe, in der die Eikokons eingewickelt werden. Letzteres Produkt iſt hart und feſt und bei der Kreuzſpinne gelb gefärbt. Schon ſeit faſt 200 Jahren hat man immer wieder verſucht, die großen Mengen von Seidenfäden, welche die Spinnen produzieren, induſtriell auszunützen. In manchen Ländern waren die Eingeborenen ſchon lange darauf gekommen, die Seide der großen in allen Tropen vorkommenden Spinnen aus der Gattung Nephila und ihrer Verwandtſchaft aus den Spinndrüſen abzuhaſpeln und zu verwenden. Neuerdings hat man z. B. in Madagascar in etwas größerem Stil die Seide von Nephila madagascariensis Vins. auszunützen begonnen. Auf Weltausſtellungen ſah man öfter Proben von Spinnenſeide und aus ſolchen gewebte Handſchuhe uſw. Doch ſcheint ſich nirgends eine größere Induſtrie entwickelt zu haben.

Der ganze Bau der Netzſpinnen ſteht in engſter Beziehung zu der Methode, mit der ſie ſich ihrer Nahrung bemächtigen. Die Gleichgewichtsverhältniſſe des Körpers, die Zartheit und Länge der Beine ſind bedingt durch das Leben auf dem zarten Netzwerk. Dem entſpricht auch die hohe Empfindlichkeit ihres Taſtſinnes für Erſchütterungen aller Art (vgl. Abb. 121). Ihre Gebundenheit an das Netz ſpricht ſich aus in ihrer relativ ungewandten Bewegung am Boden und in der nicht ſehr hohen Ausbildung ihres Geſichtsſinns. Wie ganz anders ſind in dieſen Beziehungen die Wolfsſpinnen (Lycosidae) und Springſpinnen (Salticidae) ausgeſtattet, mit ihrem ſchlanken Körperumriß, ihren kräftigen Beinen und ihren z. T. mächtig entwickelten Augen (vgl. Abb. 123).

Abb. 122. Fußglied (Tarsus) bei verſchiedenen Spinnenarten, etwas ſchematiſch dargeſtellt. *A* von einer Springſpinne; verſehen mit einer „Scopula", d. h. einem Bündel klebriger, geknöpfter Haare, welche das Feſthelten an glatten Flächen vermitteln. *B* von einer Radnetzſpinne, die eigenartigen Klauen und Stacheln dienen teils zum Weben des Netzes, teils zum Klettern auf deſſen Faden. Nach Warburton.

Die Spinnen ſind alſo ähnlich wie die Ameiſenlöwen und andere Fallenſteller Beiſpiele dafür, daß Tiere, wenn ſie auch eine oder die andere Eigenſchaft typiſcher Raubtiere aufgeben, dennoch durch extreme Entwicklung anderer Eigenſchaften oder durch Ausbildung von Sonderanpaſſungen ihren Raubtiercharakter vollkommen erhalten können.

Digitized by Google

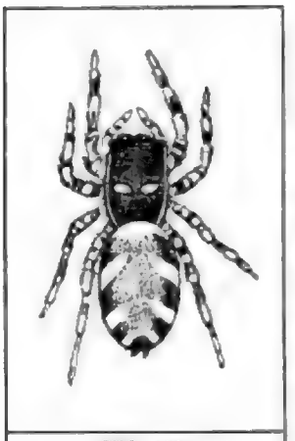


Abb. 123.
Springſpinne Salticus scenicus.
Vergr. 4 mal.
Nach Warburton.

Spinnfähigkeit und Spinndrüſen ſind übrigens bei wirbelloſen Tieren weit verbreitet. Bei Schmetterlingsraupen, Hymenopterenlarven, den wenigen Käferlarven, die über ſie verfügen, Neuropteren und einigen Dipteren dient das Geſpinſt nur zur Anfertigung von Kokons; bei amphipoden Krebſen, Anneliden zum Bauen von Wohnröhren; ähnliches iſt der Fall bei Phryganidenlarven. Schnecken, Raupen, einige Fliegen uſw. ſpinnen Fäden, an denen ſie ſich von einem Gegenſtand durch die Luft herablaſſen. Einige wenige Tiere benützen aber Drüſenprodukte in einer ähnlichen Weiſe wie die Spinnen zum Bau von Tierfallen. Merkwürdigerweiſe handelt es ſich dabei um Waſſerbewohner. Die eigenartige Röhrenſchnecke Vermetus ſpinnt aus Schleim einen Schleier, in dem ſie Planktontiere fängt, die ſie dann mit dem Schleier verſchluckt. In fließendem Waſſer lebende Trichopterenlarven bauen ein eigenartiges Fangnetz, in dem ſie von der Strömung zugetriebene Beute fangen. Weſenberg-Lund hat neuerdings dieſe merkwürdigen Bauten, die früher von Fritz Müller, Thienemann u.a. ſchon beobachtet worden waren, genauer unterſucht.

Es gibt eine ganze Anzahl von Arten aus verſchiedenen Familien der Trichopteren, welche ſolche Fangnetze bauen; die Larven dieſer Arten gehören zu jenen, die man wegen ihrer Ähnlichkeit mit niederen Inſekten kampodeoide Larven genannt hat. Auch bei den anderen Trichopterenlarven, den ſog. raupenförmigen, dient Seidengeſpinſt als Grundlage der Wohnröhre. Dieſelbe iſt aber, wie wir ſpäter ſehen werden, mit Holz-, Steinſtückchen uſw. bekleidet. Solche Belagſtücke fehlen an Röhren der netzbauenden Trichopterenlarven faſt ſtets. Die kampodeoiden Larven haben das freibewegliche Leben aufgegeben und leben in einer an Waſſerpflanzen, überhängenden Steinen, Blättern und Holzſtücken befeſtigten, loſen Geſpinſtmaſſe. Das von der Larve bewohnte Rohr kann ſehr verlängert, eventuell auch verzweigt ſein (z. B. bei Holocentropus). Im Gegenſatz zu den raupenförmigen ſind die kampodeoiden Trichopterenlarven karnivor. Um nun bei ihrer ſeſſilen Lebensweiſe überhaupt Beute zu erlangen, ſpinnen ſie aus dem Sekret ihrer Spinndrüſen Netze und Fallen. Dieſelben liegen vor der einen Öffnung der Wohnröhre und zwar in fließenden Gewäſſern mit ihrer Öffnung dem Strom des Waſſers entgegengeſtellt. In ſtehenden Gewäſſern ſind an beiden Enden Stützfäden vorhanden, die die Wohnröhre mit Gegenſtänden der Umgebung verbinden und gleichzeitig als Fangfäden dienen. Sie werden vielfach noch durch weiteres Geſpinſt verſtärkt, ſo daß ein Vorhof entſteht, ein ziemlich lockeres Fangnetz (bei Plectronemia, Cyrnus). Bei Holocentropus iſt der Vorhof eine in der Mitte ſchwach trichterförmig eingeſenkte Scheibe, an deren Grund die Larve lauert. In Gewäſſern von einiger Raſchheit des Stromes wird der Trichter zu einem netzförmigen Beutel, der durch die Strömung ausgeſpannt gehalten wird und der das

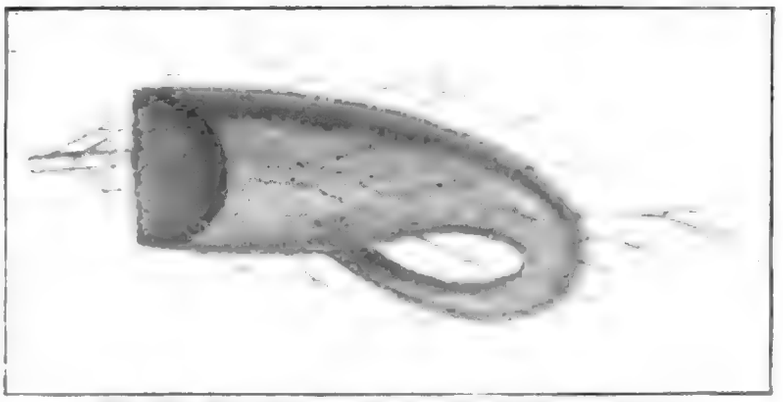


Abb. 124. Fangnetz von Neureclipsis bimaculata.
Berl. 2/3 mal. Nach Weſenberg-Lund.

Digitized by Google

Waſſer wie ein Planktonnetz filtriert. Im Hintergrund des einheitlichen Beutels ſitzt die Larve (Polycentropus, Philopotamus (vgl. Abb. 124, 126). Alle dieſe Netze beſtehen aus dichtem, undurchſichtigem Gewebe, deſſen Maſchen man nicht unterſcheiden kann.

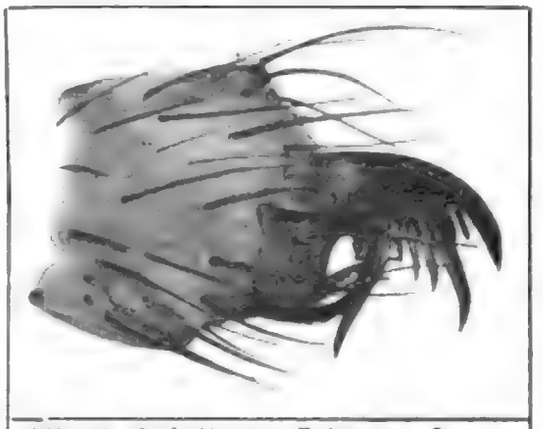


Abb. 125. Fußglied des Beines der Kreuzſpinne in naturgetreuer Darſtellung. Die unterſte gezähnte ſtarke Borſte dient zum Klettern auf den Netzfäden. Stark vergr. Nach Kükenthal.

Ganz wunderbare Netze ſpinnen nun die in ſehr ſchnellfließendem Waſſer lebenden Hydropſychidenlarven. Sie leben in ſo ſtarkem Strom, daß ihre Netze beſonders verankert ſein müſſen. Ihr Bau iſt geſchieden in eine röhrenförmige Wohnung und einen Vorbau, mit einer ſeitwärts eingeſponnenen Fangnetzfläche. Der Vorhof wendet ſeine Öffnung gerade gegen den Strom, das Fangnetz ſteht ſchräg zur Stromrichtung und iſt ſeitwärts in die Wand des Vorbaus eingeſetzt. Das Netz iſt ſehr regelmäßig gebaut, weitmaſchig und beſteht aus dicken, ſtarken Fäden. All dies iſt auf die Wirkung des ſtarken Waſſerſtromes berechnet und ebenſo die Lage der beutelförmigen Wohnröhre der Larve, welche ſeitlich angeſetzt iſt, ſo daß nicht die ganze Wucht des Waſſerſtroms in ſie gelenkt werden kann.

In ihren Wohnröhren lauern die Larven auf die angetriebenen und hängenbleibenden Daphniden und andere Krebschen, auf die Larven von Chironomiden, andere Inſekten und allerhand kleine Waſſertiere, welche ihre Nahrung bilden und die ſie mit ihrem kunſtvollen Bau, wie Beobachtung ihres Lebens und Prüfung ihres Darminhalts beweiſen, in genügender Fülle erbeuten.

Dem ſeſſilen Leben entſpricht die ganze Organiſation der kampodeoiden Trichopterenlarven. Bei den Pſychomyiden, Polycentropiden und Philopotamiden ſind die Larven wurmähnlich, mit ſehr weichem Integument, die ſchwachen Beine und Nachſchieber ſind nicht imſtande den Körper zu tragen. Ein ſolches Tier kann nicht ein freilebendes Raubtier ſein, es iſt ein typiſcher Röhrenbewohner. Der Kopf iſt weit vorgeſtreckt und kann eventuell die Wohnröhre wie ein Stopfen verſchließen. Je ausgeſprochener das Räuberleben der Larven iſt, um ſo weiter vorn am Kopf ſitzen die Augen. Die Beine haben eine charakteriſtiſche Ausbildung, welche die Bewegung in der Röhre und zum Teil das Klettern auf den Spinnfäden ermöglichen. Die Hydropſychiden zeigen weitere Anpaſſungen, welche das Leben im raſchen Strom ermöglichen.

Wir ſehen alſo in dieſen Tieren eine vollkommene Parallelerſcheinung zur Biologie und zu den Anpaſſungen der Spinnen uns entgegentreten.

Wollen wir die Eigenſchaften der Raubtiere und Pflanzenfreſſer noch einmal kurz einer zuſammenfaſſenden Darſtellung unterwerfen, ſo wird es ganz gut ſein, wenn wir uns an ein beſtimmtes Beiſpiel anſchließen. Unſere einheimiſchen Tauſendfüßler geben uns in ähnlich organiſierten Formen die beiden gegenſätzlichen Typen (vgl. die Abb. S. 184 u. 185). Lithobius forficatus L. als Vertreter der Chilopoden iſt ein Raubtier; Julus fallax Mein. ein pflanzenfreſſender Diplopode. Beide kommen in der Erde unter Steinen, unter Rinden und Holzſtücken vor. Wenn wir unter Steinen einen Lithobius entdecken, ſo finden wir ihn ſtets allein (Abb. 128). Als echter Räuber iſt er ungeſellig. Er braucht ſein Gebiet, in welchem er allein auf ſeine Raubzüge ausgeht. Wir müſſen flink ſein, um ihn zu erhaſchen, denn er iſt außerordentlich behend; ſeine ſtarken Beine und die große Beweglichkeit ſeines gegliederten Körpers ermöglichen ihm wie

Digitized by Google

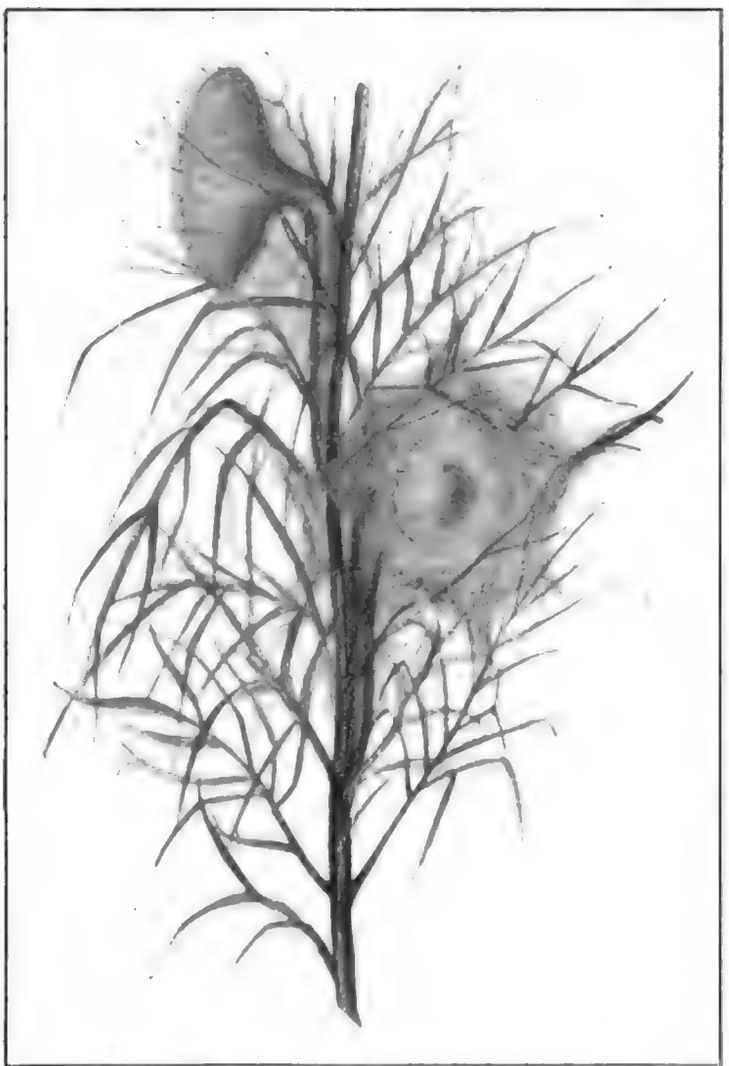


Abb. 126. Fangnetze von Holocentropus dubius. Verkl. ½ mal. Nach Wesenberg-Lund.

die rasche Flucht so den forschen Angriff. Ein Blick auf seine starken Giftzangen belehrt uns über seine Wehrhaftigkeit. Seine Haut ist zwar fest, doch geschmeidig und gewährt ihm einen nicht allzu großen mechanischen Schutz. Seine Sinnesorgane sind ausgezeichnet ausgebildet, vor allem die Fühler auffallend lang; sie warnen ihn vor Feinden und helfen ihm, seine Beute auch im Dunkeln zu entdecken. Es sind hauptsächlich Kellerasseln und ähnliche Isopoden, welche er verfolgt.

Wo wir einen Julus antreffen, da finden wir in der Regel ihrer mehrere (Abb 129). Die Pflanzenfresser neigen dazu, gesellig zu sein. Die reichlich ihnen zur Verfügung stehende Nahrung bringt nicht die Form des Konkurrenzkampfes hervor, welche bei den Raubtieren die Regel ist. Wir können leicht eine Handvoll von den Julus sammeln; sie sind träge und langsam, sie versuchen nicht hastig zu entfliehen und ebensowenig sich gegen uns zu wehren. Ihre Sinnesorgane zeigen einen mäßigen Grad der Ausbildung, der immerhin für ihre Ansprüche genügt. Ihre Fühler sind kurz, die Augen oft rückgebildet. Wenn wir sie fassen wollen, so rollen sie sich zusammen; sie stellen sich tot und vertrauen auf die harte Kalkschale, welche als Panzer ihren Körper umhüllt. Als einzige Abwehr beginnen sie die an den Seiten ihres Körpers in jedem Segment mit einem Porus ausmündenden Stinkdrüsen zu entladen.

So sehen wir diese beiden Repräsentanten der Tausendfüßler sich in jeder Beziehung gegensätzlich verhalten, und ganz entsprechende Gegensätze finden wir immer wieder, wenn wir Raubtiere und Pflanzenfresser genauer studieren und miteinander vergleichen. Auf einen Punkt wollen wir hier noch kurz eingehen. Wir haben gerade hervorgehoben, daß die Pflanzenfresser vielfach gesellig sind, oft sogar in Herden oder doch in großen Scharen leben. Wie die Pflanzenfresser verhalten sich auch diejenigen Tiere, welche von faulenden organischen Substanzen, von Schlamm, Humus, Detritus usw. leben. Für ihre Lebensweise ist ein gemeinsamer Zug, daß sie überall reichlich Nahrung finden können, und so finden wir denn Seewalzen, die pflanzenfressenden Schnecken des Landes und Wassers, Heuschrecken, pflanzenfressende Käfer, Huftiere und Nagetiere, die pflanzenfressenden Kakadus, die körnerfressenden Meisen in großen Scharen beieinander. Die räuberischen Oktopoden unter den Tintenfischen, die Laufkäfer, die Raubtiere, die insektenfressenden Vögel und die Raubvögel sind dagegen fast immer einzeln oder paarweise, höchstens in kleinen Trupps gleichzeitig zu

Digitized by Google

Anemone. Rich in the yellow flowers, Primrose, Cowslip, Auricula, Polyanthus, and Daffodil. Delightful in the blue flowers, Violet, Hyacinth, Bluebell, Forget-me-not, Periwinkle, Lobelia, and Iris. Pleasing in the white flowers, Snowdrop, Lily of the Valley, Star of Bethlehem, Wood Anemone, and Arabis. Beautiful in the red flowers, Tulip, Wallflower, Double Daisy, Polyanthus, and Primrose. Lovely in the mixed flowers, Polyanthus, Primrose, Auricula, Double Daisy, Tulip, Wallflower, Hyacinth, Anemone, Ranunculus, Crocus, Iris, Lobelia, Forget-me-not, Periwinkle, Arabis, Snowdrop, Lily of the Valley, Star of Bethlehem, Bluebell, Violet, and Daffodil.

Fig. 1. Chrysanthemum Flower, Natural Size.

Fig. 1 represents a Chrysanthemum flower, natural size, and Fig. 2 represents a single floret, or petal, of the same flower, magnified.

Fig. 2. Single Floret of Chrysanthemum Flower, Magnified.

Abb. 68. Tafelrunde. Nach einer Zeichnung von Aubrey Beardsley. Aus: „The Studio", Special Summer Number, London 1893.

wenn, bei denen „typisch Englischkeit" vorherrscht. Ich möchte sagen von vitalen Engländern, die sich nicht in Nebel und Dunst verlieren, sondern mit beiden Füßen fest im Engländertum, und es ist ein Dunst dazu, mit Ernst, im Leben stehen. Ich möchte sagen von

Abb. 1: Ausschnitt aus Tafel 1

Abb. 1: Ausschnitt aus Tafel 1 (Fortsetzung): Die Tafel ist in 12 Felder unterteilt, die jeweils eine Zahl enthalten. Die Zahlen sind in Reihen angeordnet, die von links nach rechts und von oben nach unten gelesen werden. Die Zahlen 1 bis 12 sind in aufsteigender Reihenfolge angeordnet, wobei jede Zahl nur einmal vorkommt. Die Summe der Zahlen in jeder Reihe, jeder Spalte und jeder Diagonale beträgt 78. Die Tafel ist ein Beispiel für eine magische Quadrat-Anordnung, bei der die Summe der Zahlen in jeder Richtung gleich ist.

Copyright © 2023 Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature

Fig. 75.
Schädel eines Hundes.

3. Normalanlage und Nahtsynostosen.

Die bei neugeborenen Säugetieren haben wir mit Rücksicht hierauf gesehen, daß sie noch nicht vollständig ausgebildet sind, daß sie noch Nähte besitzen, die sich erst später zu Knochen umbilden. Auch der Mensch besitzt diese Nähte zunächst. Sie sind besonders deutlich und breit, während sie mit zunehmendem Lebensalter verschwinden. Wichtig ist dabei, daß gewöhnlich zuerst die Nähte der Gesichtsknochen, dann die Nähte des Hirnschädels verschwinden. Die Nähte des Hirnschädels verschwinden in einer gewissen Reihenfolge, die wir hier nicht näher kennen lernen wollen. Wichtig ist, daß diese Reihenfolge eine Norm ist, daß sie bei allen Menschen in derselben Weise eingehalten wird. Wenn nun diese Reihenfolge in irgend welchen Fällen nicht in dieser Weise eingehalten wird, wenn z. B. eine Naht früher verschwindet, als sie es normalerweise tun müßte, so sagt man, daß eine Nahtsynostose vorliegt. Eine Nahtsynostose ist also eine Verknöcherung einer Naht, die früher eintritt, als sie es normalerweise tun müßte. Eine Nahtsynostose kann einzelne Nähte betreffen, sie kann aber auch alle Nähte betreffen. Wenn sie alle Nähte betrifft, so spricht man von einer Nahtsynostose des Schädels. Eine Nahtsynostose kann sich auf verschiedene Weise äußern. Wenn sie z. B. eine Naht betrifft, die normalerweise in der Richtung von vorn nach hinten verläuft, so kann sie dadurch, daß diese Naht zu früh verknöchert, das Wachstum des Schädels in der Richtung von vorn nach hinten hemmen. Wenn sie eine Naht betrifft, die normalerweise in der Richtung von rechts nach links verläuft, so kann sie dadurch, daß diese Naht zu früh verknöchert, das Wachstum des Schädels in der Richtung von rechts nach links hemmen. Wenn sie eine Naht betrifft, die normalerweise in der Richtung von oben nach unten verläuft, so kann sie dadurch, daß diese Naht zu früh verknöchert, das Wachstum des Schädels in der Richtung von oben nach unten hemmen. Wenn sie alle Nähte betrifft, so kann sie dadurch, daß alle Nähte zu früh verknöchern, das Wachstum des Schädels überhaupt

das im zoologiſchen Garten mit Mohrrüben, Kartoffeln, Brot, harten Eiern, Milch, Ameiſeneiern oder Mehlwürmern ernährt wird, würde in der freien Natur jemals in die Lage kommen, gerade dieſe Nährſtoffe zu erlangen. Ja, manche Tiere gewöhnen ſich in der Gefangenſchaft ſo ſehr an eine „Notnahrung", daß ſie ſpäter ſogar ihre Normalnahrung verſchmähen. Andrerſeits iſt es allen Züchtern wohlbekannt, daß manche Tierarten ſo ſehr ſchwer in Gefangenſchaft zu halten und noch nie in Europa eingeführt worden ſind, weil ſie vollkommen auf ihre beſondere Nahrung ſpezialiſiert ſind und man dieſe bei uns ſehr ſchwer oder gar nicht beſchaffen kann.

Wir haben oben (S. 46) angeführt, daß die pilzfreſſenden Schnecken die Pilze gerade wegen derjenigen Stoffe ſo ſehr lieben, welche andere Schnecken von den Pilzen abhalten. In der Gefangenſchaft kann man ſie dazu bringen, alle möglichen Pflanzen, die der ſie ſtimulierenden, appetitanreizenden Beimiſchungen entbehren, zu freſſen. Sie freſſen dann aber ſtets nur wenig.

Unter den Inſekten gibt es ja viele Fälle von extremem Spezialiſtentum. Stahl ſchreibt zum Beiſpiel über die Schmetterlingsraupen:

„Ein jeder, der ſich mit der Zucht dieſer Tiere befaßt hat, weiß, wie außerordentlich empfindlich dieſelben in bezug auf die Qualität ihrer Nahrung ſind, und daß viele Arten lieber des Hungertodes ſterben, als daß ſie eine von ihrer Leibſpeiſe verſchiedene Nahrung anrührten. Ausgelaugte Triebe von Euphorbia cyparissias ſagen der Raupe von Sphinx euphorbiae nicht zu; desgleichen laſſen Raupen des Tagpfauenauges (Vanessa urticae L.) ausgelaugte Sproſſe ihrer Nährpflanze (Urtica dioica) unberührt. Zerriebene Stengel und Blätter der Brenneſſel gefallen ihnen ſchon beſſer, werden aber auch nur ſchwach benagt. Die Raupen der in Geſpinnſten an den Zweigen von Evonymus europaea lebenden Hyponomeuta evonymella Scop. machen ſich erſt nach längerem Hungern an die ausgelaugten Blätter ihrer Nährpflanze heran. Desgleichen verſchmähen die Raupen von Bombyx chrysorrhoea faſt vollſtändig ausgelaugte Blätter der Eiche, einer der Nährpflanzen dieſer Tiere. Zerſtampfte Blätter werden dagegen gern gefreſſen, desgleichen auch ausgelaugte Blätter nach vorheriger Durchtränkung mit dem aus friſchen Eichenblättern ausgepreßten Saft.

Bei dieſen Tieren geht alſo die Spezialſierung viel weiter als bei den Pilzſchnecken, welche, ſoweit ich beobachtet habe, ſich von den verſchiedenſten eßbaren und giftigen Schwämmen ernähren. Nicht alle Raupen ſind übrigens ſo ſtreng ſpezialiſiert, ſondern wie mir ſcheint, beſonders diejenigen Arten, welche von Pflanzen mit durchaus eigentümlicher Säftebeſchaffenheit leben. Dies hängt wahrſcheinlich damit zuſammen, daß mit der Anpaſſung an Giftpflanzen wie Euphorbia, Nerium uſw. tiefgreifende Änderungen der Organiſation verknüpft ſind, wodurch dieſe Tiere die Fähigkeit verloren haben, ſich von Pflanzen mit mehr indifferenter Säftebeſchaffenheit zu ernähren."

Aber ſelbſt bei ſolchen Formen gelingt unter Umſtänden die Gewöhnung an andere Nährpflanzen, als die, welche ihre Normalnahrung darſtellen. Es iſt bekannt, daß Seidenraupen gewöhnt werden können, ſtatt Blättern des Maulbeerbaumes ſolche z. B. von Schwarzwurzel zu nehmen. Pictet hat im Anſchluß an ebenfalls erfolgreiche Vorgänger ſehr intereſſante Verſuche in dieſer Richtung angeſtellt und durch die veränderte Nahrung Abänderungen an den Tieren erzielt, die uns ſpäter noch einmal beſchäftigen werden. Dabei ſtellte ſich heraus, daß Raupen, die in ihrer Jugend ſich an alle möglichen Nährpflanzen gewöhnen laſſen, im herangewachſenen Zuſtand dieſelben verſchmähen. Er gewöhnte Raupen des Schwammſpinners (Lymantria (Ocneria) dispar L.), die normalerweiſe Blätter von Eichen oder Birken freſſen, an Walnußlaub. Die Tiere wuchſen relativ gut und er-

Digitized by Google

gaben eine zweite Generation, die wieder mit Walnußlaub gefüttert wurde; sie gedieh aber weniger gut und gab keine Eier. Pictet züchtete daher in der Folge die erste Generation auf Walnuß, die zweite auf Eiche, dann die dritte und vierte wieder auf Walnuß. Die Tiere zeigten dann eine zunehmende Vorliebe für die neue Futterpflanze. Von Generation zu Generation gewöhnen sie sich leichter an die neue Nahrung. Sehr schwer sind die Raupen dieses Schmetterlings dazu zu bringen, Blätter von Mespilus germanica, Aesculus hippocastanum, Populus alba zu nehmen; sie fressen sie aber, wenn man ihnen, sozusagen um den Appetit zu reizen, Eichenblätter dazwischen gibt. Auch hier geht die Gewöhnung von der zweiten Generation an viel leichter. Dasselbe ist der Fall bei der sehr schwierigen Gewöhnung an Tannennadeln. Bei letzterer müssen sie sogar besondere Freßgewohnheiten annehmen.

Die sorgfältigen Untersuchungen der Fischereibiologen haben gezeigt, daß selbst bei scheinbar sehr wählerischen Fischen die Nahrung von der Norm stark abweichen kann. Schiemenz z. B. ist der Ansicht, daß man bei den Süßwasserfischen unterscheiden muß zwischen Hauptnahrung, Gelegenheits- und Verlegenheitsnahrung. Erstere ist die Normalnahrung der Art, welche das Tier mit Vorliebe frißt, jeder andern Nahrung vorzieht, wenn es sie haben kann. Fische z. B. Coregoniden, welche sich von Planktontieren ernähren, zeigen manchmal den Magen nur von einer einzigen Art erfüllt, die sie sich unter zahlreichen anderen Planktontieren ausgesucht haben. So werden von ihnen die großen Cladoceren Bythotrephes und Leptodora oft ausschließlich gefangen; das ist jederzeit beobachtet worden bei Coregonus schinzii subsp. palea im Neuenburger See; derselbe Fisch nimmt aber unter abnormen Verhältnissen andere Planktontiere, ja selbst Mollusken, Insekten und pflanzliche Bestandteile. Die Laube (Alburnus lucidus), die sehr vielfach besonders im Sommer ausschließlich Cladoceren frißt, ist im Winter auf Diatomeen des Planktons angewiesen. An anderen Orten frißt sie vorwiegend Insekten, Pflanzensamen u. dgl. um zu anderen Jahreszeiten sich dem Plankton zuzuwenden. Wir sehen also, daß Fische, wenn reichlich Nahrung vorhanden ist, sich eine bevorzugte Nahrung aussuchen, dieser gelegentlich beimischen, was der Augenblick bietet und bei Mangel sich an eine sehr abweichende Nahrung gewöhnen können. Jeder Raupenzüchter weiß, daß selbst diese so auf Pflanzennahrung angewiesenen Tiere gelegentlich andere Raupen fressen und selbst kannibalische Gelüste entwickeln, so die Raupen der Eule Noctua derassa, von Cosmia, von Scuta maritima usw.

Das gleiche gilt wohl für alle Tiere, denen bei der Nahrungsaufnahme eine gewisse Möglichkeit der Wahl gelassen ist. Es ließen sich hierzu zahllose Beispiele anführen aus den Beobachtungen an Aquarien- und Terrarientieren, an Käfigvögeln, an Säugetieren der zoologischen Gärten. Die beiden vorausgegangenen Kapitel haben uns ja gezeigt, daß die Mehrzahl der Tiere nur an einen gewissen Typus der Nahrung angepaßt ist; innerhalb dessen, also unter Mollusken, Planktontieren, Insekten, Fischen usw. besteht meist eine ziemlich weitgehende Wahlfreiheit. Die Notnahrung führt oft zu unvollkommenem Wachstum, zu mangelhafter Entwicklung der Geschlechtsorgane.

Nicht wenige Tiere sehen wir nun, periodisch durch die Verhältnisse ihrer Umgebung genötigt, zu einer anderen Nahrung übergehen. Mit den Jahreszeiten wechselt in vielen Gegenden die Zusammensetzung der Flora und Fauna. Manche Arten verschwinden zu Zeiten vollkommen oder werden arm an Individuen; die Tiere, welche von ihnen abhängig sind, werden genötigt andere Nahrung zu nehmen oder zu bevorzugen, wenn sie nicht selbst verschwinden sollen (Ruhestadien, Wanderung). So haben wir oben schon bei Fischen er-

Digitized by Google

Abb. 1. Rückenschild (Pronotum) einer Buckelzikade (Membracidae). Die Vorderflügel sind durch das Pronotum verdeckt. Vergr. 10×.

Abb. 2. Vorderflügel einer Buckelzikade (Membracidae). Vergr. 10×.

Abb. 3. Kopf einer Buckelzikade (Membracidae) mit den Fühlern und Augen. Vergr. 10×.

Abb. 4. Kopf einer Buckelzikade (Membracidae) mit den Fühlern und Augen. Vergr. 10×.

Holz leben, die Schmetterlinge, deren Raupen Blätter, Holz und alle möglichen Pflanzenteile freſſen, ſuchen ſelbſt ihre Nahrung in den Blüten. Die Larve des Waſſerkäfers Hydrophilus iſt fleiſchfreſſend, während der erwachſene Käfer nach Rengel ſo gut wie ausſchließlich pflanzliche Subſtanzen vertilgt. Unter den Fliegen gibt es zahlloſe Arten, deren Larven in der Erde, an faulenden Pflanzenteilen, in lebenden Pflanzen wohnen und freſſen, während die Imago Blüten beſucht. Wie gegenſätzlich müſſen die Inſtinkte bei den ſog. Schlammfliegen der Gattung Eristalis ausgebildet ſein, deren „Rattenſchwanzlarven" (Abb. 131) in Schlamm, Dung und Jauche leben, während die erwachſenen Fliegen (Abb. 132) zu den häufigſten Blütenfliegen auf den Doldenpflanzen unſerer Wieſen gehören. Bei den Daſſelfliegen und ihren Verwandten (Oestridae) leben die Larven paraſitiſch in Säugetieren, während die Fliegen ſelber ſich auf Blumen finden. Die Raupenfliegen (Tachinidae) und die Schlupfweſpen (Ichneumonidae) legen ihre Eier in andere Inſekten ab, in denen die Larven paraſitiſch leben, und wiederum ſind die erwachſenen Inſekten Blütenbeſucher. So ſind auch die Larven der Ameiſenlöwen (vgl. S. 168), diejenigen vieler Schwebfliegen (Syrphidae), von Netzflüglern (z. B. Chrysopa, Ascalaphus uſw.) räuberiſch, letztere ſind ſpeziell Blattlausvertilger, während die alten Tiere Blütenprodukte verzehren oder z. T. gar keine Nahrung zu ſich nehmen.

Abb. 133. Kopf einer Imago von Ephemera simulans. Maxille eingliedrig. Taſter der Unterlippe nur noch zweigliedrig. Nach Sternfeld.

Abb. 134. Maxille des Schmetterlings Platysamia cecropia. Nach Hättich.

Abb. 135. Zu ſelbſtändiger Ernährung unfähiges Zwergmännchen von Bonellia viridis. Nach Spengel.

Umgekehrt ſind die Larven der Bremſen (Tabanidae), die in der Erde leben, Vertilger zerfallender pflanzlicher Subſtanzen, während die Bremſen ſelber wie allbekannt Blut von Warmblütern ſaugen. Auch die Stechmücken (Culicidae), dieſe quälenden Blutſauger und gefährlichen Krankheitsüberträger, haben Larven, die ſich im Waſſer von ganz anderen Dingen, nämlich kleinſten Tierchen und Pflanzen, ernähren. Die Larven der Flöhe leben in Ritzen der Fußböden und in Spalten, wo ſie Staub und Mulm freſſen.

Wir erwähnten gerade, daß bei einigen Tierformen die erwachſenen Tiere gar nicht freſſen. Das iſt z. B. bei jenen ſeltſamen Formen der Fall, welche bei Entenmuſcheln (Lepadidae) und bei marinen Würmern (z. B. Bonellia) uſw. vorkommen und als Zwergmännchen bezeichnet werden (Abb. 135). Dieſe haben vielfach gar keinen Mund und Darm und nehmen keine weitere Nahrung auf als die, welche ſie im Dottervorrat des Eies, aus dem ſie ſich entwickelten, mitbekamen. Bei den Eintagsfliegen freſſen die Larven während ihres oft jahrelangen Waſſerlebens ſehr reichlich und ſpeichern dadurch in ihrem Körper genug Reſerve-

Digitized by Google

ſubſtanzen auf, um der Imago während der wenigen Stunden oder Tage ihres Luftlebens den Betriebsſtoffwechſel zu ſichern. Die Eintagsfliegen haben eine allerdings ſehr enge Mundöffnung und ſehr rudimentäre Mundwerkzeuge (Abb. 133) und nach den Unterſuchungen von Fritze und Sternfeld einen eigentümlich umgebildeten Darm. Derſelbe iſt im Mitteldarmteil ſehr erweiterungsfähig, während Vorder- und Enddarm auffallend eng ſind. Der Darm enthält nie Nahrung ſondern Luft, die durch einen beſonderen Muskelapparat in ihn gepumpt wird und deren Bedeutung für das Leben des Tieres noch nicht richtig erklärt iſt. Zahlreiche Spinner (Saturnidae) und einige Schwärmer (Smerinthus) haben im Falterzuſtand vollkommen rudimentäre Rüſſel, die nicht zum Saugen geeignet ſind (vgl. Abb. 134). So nehmen auch die Pelzmotten während ihres bis zu einem Monat dauernden Imagolebens keine Nahrung zu ſich. Bei ihnen iſt auch der Darmkanal ſehr eng und kaum leiſtungsfähig, beſonders der Vorderdarm. Das gleiche gilt von den Männchen der Stechmücken, denn bei ihnen ſind es nur die Weibchen, welche Blut ſaugen und die in dieſem enthaltenen Nahrungsſtoffe zum Aufbau der Eier verwenden. Nach E. H. Roß beginnen ſie erſt nach erfolgter Befruchtung mit dem Blutſaugen. Die mundloſen Männchen, die viel zahlreicher ſind als die Weibchen, ſtechen nicht, ernähren ſich als Imago überhaupt nicht und heizen ſozuſagen die Maſchine ihres Körpers mit den im Larvenleben angeſparten Subſtanzen.

Im erſten Band dieſes Werks (S. 511) wurde dargeſtellt, wie bei marinen Ringelwürmern ſich ein Teil des Körpers ablöſt, um wie eine abgeſchoſſene Patrone durch das Meer zu haſten, wobei den in ihm enthaltenen Geſchlechtsprodukten der Art eine möglichſt weite Verbreitung geſichert wird. Dieſe Wurmſtücke ſind vielfach ohne Kopf, ohne Sinnesorgane, ohne Mund. Wir werden unwillkürlich an ſie erinnert, wenn wir ſehen, daß Inſekten während ihres Imagozuſtandes ihre ganze Pracht und ihre komplizierten Fähigkeiten nur als Träger der Geſchlechtsſtoffe entfalten, um zugrunde zu gehen, ſobald ſie ihre Funktion im Dienſt der Erhaltung der Art erfüllt haben. Sie müſſen dann in der Larvenzeit die ganzen Ernährungsaufgaben ſchon gelöſt haben, welche für die Schlußleiſtungen ihres Lebens erforderlich ſind, indem ſie nur von Reſerveſubſtanzen zehren oder wie die Schmetterlinge (vgl. S. 106) ausſchließlich Kohlehydrate zur Beſtreitung der Energieausgaben ihres Organismus aufnehmen.

Schließlich wäre hier noch darauf hinzuweiſen, daß es Tiere gibt, bei denen die Weibchen eine andere und zwar meiſt eine ausgiebigere Nahrung zu ſich nehmen als die Männchen. Auch hier liefern uns die Inſekten Beiſpiele. Unter den Fliegen finden wir in den Gattungen Empis und Ramphomyia die Männchen als friedliche Weſen, welche an Blüten ſaugen, während die Weibchen ein räuberiſches Leben führen, indem ſie andere kleine Inſekten morden und verzehren.

6. Örtliche und zeitliche Abhängigkeit der Tiere von ihrer Nahrung.

Damit ein Tier die ihm zukommende Nahrung aufnehmen kann, muß dieſelbe für das Individuum erreichbar ſein. Daraus ergibt ſich eine zeitliche und örtliche Abhängigkeit des Tieres von ſeiner Nahrung. Die Pflanzen, die Tiere, von denen eine Art ſich nährt, müſſen zu der Zeit, in welcher das Tier ſie braucht, in einer Form vorhanden ſein, die ſie für dasſelbe genießbar macht. Daraus entſpringen für die Biologie der Tiere mannigfache Zuſammenhänge, die ſpäter in den Kapiteln über Brutverſorgung, über Wanderungen, über Periodizität im Leben der Tiere uſw. zu behandeln ſein werden.

Digitized by Google

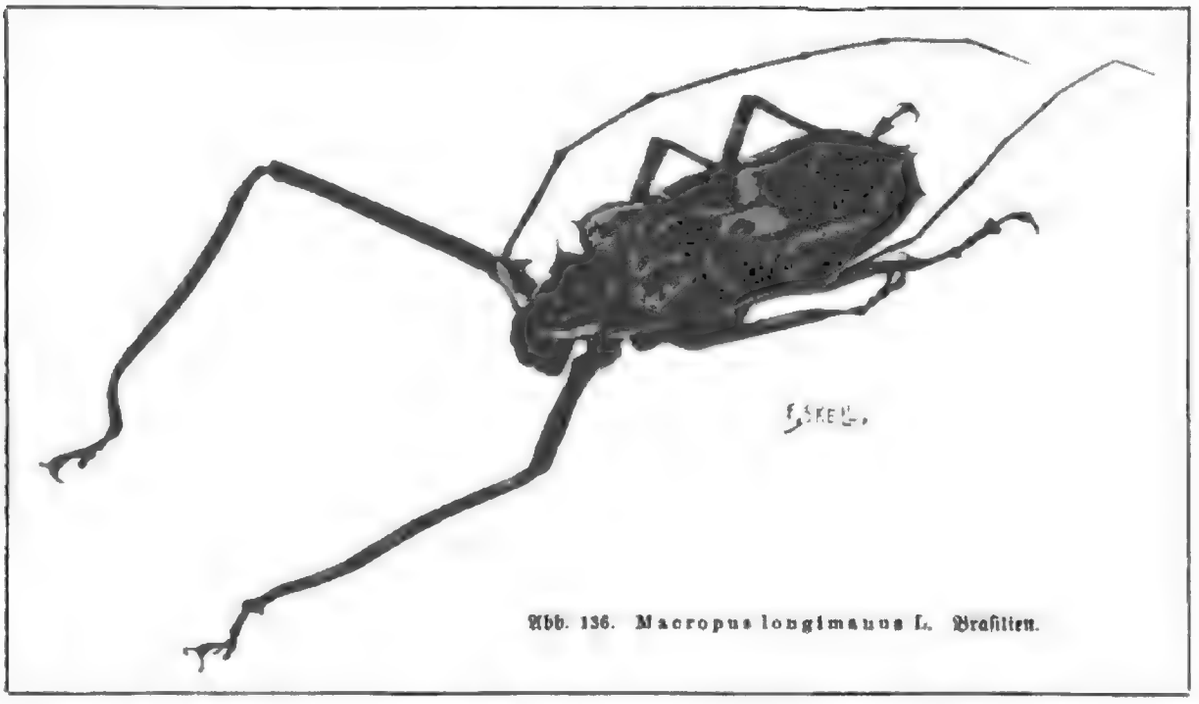


Abb. 136. Macropus longimanus L. Brasilien.

Unter den bisher besprochenen Tierformen lernten wir drei ernährungsbiologische Haupttypen kennen:

1. Polyphage oder Allerleifresser, welche über einen vielseitigen Speisezettel verfügen, bald Pflanzen und Tiere, bald die verschiedensten Formen unter den Tieren oder den Pflanzen verzehren.
2. Oligophage oder Wahlfresser, Tiere, welche nur Tiere oder nur Pflanzen fressen, dabei auf eine relativ kleine Gruppe in dem betreffenden Naturreich angewiesen sind, indem sie z. B. nur Mollusken, nur Insekten, nur Früchte einer Gruppe usw. fressen. Dabei steht ihnen aber immerhin eine nicht allzu beschränkte Auswahl offen.
3. Monophage oder Spezialisten, welche nur eine oder wenige Tier- oder Pflanzenarten zur Nahrung benutzen, die für andere Tiere ungenießbar oder unzugänglich sind; ihre Nahrung können auch Produkte von Organismen (Blut, Blütenstaub), bestimmte Substanzen oder gleichartig geschützte Tiergruppen bilden.

Diese drei Typen sind nur als Hilfsmittel zur Orientierung aufgestellt. Sie sind ebensowenig scharf abgegrenzt als irgend andere derartige Kategorien in der Natur. Manche Formen fügen sich gut in die Definitionen ein, während unendlich viele in ihren Charakteren zwischen den aufgestellten Gruppen stehen.

Im allgemeinen können wir sagen, daß in den ernährungsbiologisch wichtigen Eigenschaften die Allerleifresser am wenigsten, die Wahlfresser mehr, die Spezialisten am meisten einseitig entwickelt sind. So sind denn die ersteren als die vielseitigeren Tiere, meist über weitere Gebiete verbreitet, während bei den beiden anderen Gruppen mit der wachsenden Abhängigkeit von der Spezialnahrung die Verbreitungsmöglichkeit abnimmt. Ein extrem an eine einjährige Pflanze angepaßter Spezialist, kann also nur dann seine Freßperiode haben, wenn diese Pflanze in Vegetation steht, muß in deren Ruheperiode seine Ruheperiode haben. Er ist also auch ebenso wie die Pflanze von dem Untergrunde, den Feuchtigkeitsverhältnissen, Sonnenscheindauer usw., welche das Vorkommen der Pflanze bedingen, abhängig.

Spezialisten, bei denen diese Abhängigkeit uns sofort einleuchtet, sind z. B. die nur auf Weinstöcken vorkommenden Rebläuse (Phylloxera vastatrix), die nur auf Apfelbäumen

Digitized by Google

saugenden Blutläuse (Schizoneura lanigera), die von bestimmten Pilzen, Pflanzensamen, Termitenarten lebenden Ameisenspezies, die bestimmte Blattläuse fressenden Netzflüglerlarven, die in bestimmten Raupen schmarotzenden Ichneumoniden und ganz bestimmte Insekten oder Spinnen jagende Raubwespen (z. B. Cerceris). Dies sind nur einige Beispiele, viele werden wir in den späteren Kapiteln dieses Buches noch zu erörtern haben.

So kann es uns nicht verwundern, wenn gewisse Tiere in ihrer Verbreitung vollkommen von gewissen Pflanzen oder gewissen anderen Tieren abhängig sind. Wer ein guter Kenner der Fauna einer Gegend ist, kann aus dem Vorkommen gewisser Pflanzen- oder Tierarten das Vorkommen bestimmter von ihnen abhängiger Tiere voraussagen. Das geht vielfach so weit, daß man aus dem Vorhandensein bestimmter Pflanzenformen auf das Vorkommen bestimmt organisierter Vertilger derselben in weit voneinander entlegenen Teilen der Erde schließen kann. Und ähnliches gilt für Tiere und ihre Verfolger.

Werden Pflanzen oder Tiere vom Menschen in Gegenden der Erde, in denen sie nicht heimisch sind, eingeführt, so können zwei Möglichkeiten eintreten. Sind sie wenig geschützte Organismen, so werden sie in der neuen Heimat nur dann aufkommen können, wenn sie zufällig keine Feinde dort vorfinden, die ihnen nachstellen. Wir haben in der Einleitung dieses Bandes, bei Besprechung der Biocoenosen und der Störungen ihres Gleichgewichts, von solchen Zusammenhängen gehört. Ich will hier noch einige Beispiele geben. Im Jahre 1890 führten Herr Nordenholz und Konsul Tietgen in der Provinz Sta. Fé in Argentinien deutsche Feldhasen aus der Mark Brandenburg ein. Im Steppengebiet der Pampas gab es reichlich Futter für sie, besonders gefährliche Feinde aber kaum. Im Anfange gingen viele Tiere durch die Sonnenhitze ein, bald gewöhnten sie sich aber daran, in den heißen Stunden des Tages den Schatten aufzusuchen. Dann nahmen sie so enorm zu, daß sie seither zur Landplage geworden sind.

Der Schwammspinner (Lymantria dispar L.), zufällig in Nordamerika eingeführt, ist dort „seit 1869 verwildert und nach 20 Jahren schon enorm schädlich geworden". Den Feind, den er dort nicht hatte, hat man künstlich eingeführt und durch künstlich erzeugte Flacherie, eine bakterielle Erkrankung, die Zahl der Schwammspinner auf 14% der vorhergehenden Plagejahre reduziert.

Das sind aber Ausnahmefälle bei so viel verfolgten Tieren, wie es Hasen und Schmetterlinge sind. Viel häufiger hören wir von vergeblichen Akklimatisationsversuchen, speziell von solchen Pflanzen und Tieren, welche dem Menschen nützlich und daher auch für viele Tiere begehrenswert sind. Ich erinnere nur an die vielen vergeblichen Versuche Haustiere, Gartenpflanzen, Gemüse, Obst usw. in den Tropen heimisch zu machen. Langes Studium der Feinde und Gefahren gehen da jeder gelungenen Akklimatisierung voraus. So ist z. B. bekannt, daß die Blattschneiderameisen durch ihre Tätigkeit alle europäischen eingeführten Pflanzen zerstören, da sie dieselben den durch Anpassungen zum großen Teil geschützten einheimischen Pflanzen vorziehen.

Ganz anders steht die Sache, wenn es sich um den Import eines Tieres oder einer Pflanze handelt, die in ihrer eigenen Heimat so gut gegen Feinde geschützt sind, daß weder Allerleifresser noch Wahlfresser ihnen etwas anhaben können, sondern daß nur Spezialisten sich an sie wagen. Sie werden in ihrer neuen Heimat noch weniger gefährdet sein, als in der alten, und da eine übermäßige Verbreitung erlangen. Ein Beispiel dafür sind die in La Plata enorm verbreiteten europäischen Disteln.

Die Ausbreitung einer Tierart wird naturgemäß gefördert, wenn große Mengen der Pflanzen oder Tiere, die sie frißt, in dichter Anordnung nahe beieinander vorkommen. Spe-

Digitized by Google

gleiche, die Wand begrenzende Fläche, ganz oder teilweise entfernt werden, da sich sonst die Wand nicht in richtiger Weise an die Form anlegt. Ist eine Fläche nicht zu entfernen, so muß sie mit Wachs, Vaseline oder Öl eingerieben werden, damit sie sich nicht mit der Wand verbindet. Die Wand wird in der Regel aus Gips hergestellt, der mit Wasser angerührt und mit einem Pinsel aufgetragen wird. Bei großen Flächen wird zuerst eine dünne Schicht aufgetragen, die sich gut an die Form anlegt, und dann eine dickere Schicht, die die Wand bildet. Diese wird durch Einlegen von Drahtgeflecht oder Jutestoff verstärkt. Nach dem Erhärten des Gipses wird die Form entfernt und die Wand an den Rändern mit Gips verstrichen.

2. Anfänge und Fortschritte.

Bereits in der Steinzeit wurden Gipsarbeiten ausgeführt, wie Funde in Ägypten beweisen. Die Griechen und Römer kannten den Gips und seine Verwendung. Nach Plinius soll ein Korinthier Butades (um 600 v. Chr.) das Modellieren in Ton und das Ausgießen mit Gips erfunden haben. Die Römer verwendeten Gips zu Bildwerken, Wandbekleidungen und Fußböden. Im Mittelalter wurde Gips zu Bildwerken, Reliefs und Ornamenten verwendet. Die Gipsindustrie hat sich in neuerer Zeit sehr entwickelt.

Fig. 1. Gipsmodell.

Digitized by Google

Flugbewegungen. Es sind dieselben, die wir bei der Honigbiene, auch bei der Hummel, angetroffen haben, nur sind sie hier weniger stark entwickelt. Dem Männchen fehlen sie ganz.

Wenn jung, sind die Weibchen Pelzbienen (Abb. 161) ähnlich, aber mehr schwarz gefärbt. Sie haben auch eine Bürste an den Hinterbeinen, aber keine Körbchen.

Abb. 161. Rote Mauerbiene (Osmia rufa) ♀ mit Pollenbürste an den Hinterbeinen. Natürliche Größe. Nach Brehm.

Sie sind sehr fleißige, meist schon frühzeitig im Jahre vorkommende Bienen. Ihren guten Honigsammler beweist es, daß meine Begierde, die Eier derselben kennen zu lernen, mich dazu trieb, ihnen Honig zu geben, um sie zum Eierlegen zu bringen. Dabei ist ihnen Honig lieber als Zuckerwasser, und sie nehmen ihn lieferweise, gebildete Bienenvölker ihn Tag zu Tage.

Die Eier sind weiß, länglich, gekrümmt, und ich sah junge Maden von ihnen kommen, welche sofort gesellschaftlich lebten, die Vorgänger der Honigbienenlarven. Ihrem Verhalten (Abb. 162) zufolge müssen Verhältnisse gegeben sein, welche ihnen ein Leben in Gesellschaft ermöglichen. Ich habe sie nur in einem Falle in der Nähe von Bienenstöcken gefunden, wo sie sich in Gesellschaft von Honigbienenlarven befanden.

Abb. 162. Junge Larven der roten Mauerbiene (Osmia rufa) in Gesellschaft. Nach Brehm.

Sie sind farblos und mit einem Haarkleide versehen, das ihnen ein weißliches Aussehen gibt. Sie haben Freßwerkzeuge, welche sie befähigen, Honig zu saugen, und sie saugen ihn auch, wenn sie ihn haben können. Sie haben auch Beißwerkzeuge, welche sie befähigen, Wachs zu fressen, und sie fressen es, wenn sie es haben können. Sie haben Füße, welche sie befähigen, sich zu bewegen, und sie bewegen sich, wenn sie wollen.

Sie sind sehr gefräßig, und ich sah junge Maden von ihnen, welche sie in einer Nacht verzehrten. Sie verpuppen sich in einem Kokon, welches sie aus Wachs und Speichel bereiten, und welches sie mit Honig tränken. Sie überwintern in diesem Kokon.

Ihre Feinde sind die Schmarotzerbienen, welche ihnen ihre Eier in die Nester legen, wenn sie sie verlassen.

Abb. 163. Kuckucksbiene (Nomada) ♀. Natürliche Größe. Nach Brehm.

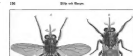


Fig. 1. Die Stechmücke (Culex pipiens). a Weibchen, b Männchen, c Puppe, d Larve, e Ei, f Ei, aus dem die Larve ausgeschlüpft ist. Nach Taschenberg.

Fig. 2. Die Stechmücke (Culex pipiens). a Weibchen, b Männchen, c Puppe, d Larve, e Ei, f Ei, aus dem die Larve ausgeschlüpft ist. Nach Taschenberg.

Ob Leo oder Löwe, mochte der Hundertjährige sich gedacht haben, als er sich den Namen wählte und seinen stolz auf den Löwen gestützten Fuß sah, ist nicht bekannt. Jedenfalls ist der Name Leo gut und verständlich, und Leonie ist nur eine weibliche Form dieses Namens, so wie Irene, Klara, Hermine, Josefine, Regine, Adelgunde, Ida, Ludmilla, Ottilie, Elise, Sophie, Emilie, Julie, Thekla, Adelheid, Ulrike, Ida, Leo, Ignaz und Ludwig. Ich will nicht behaupten, daß Ludwig ein gut deutscher Name ist, aber Ludwig ist ein Name, der sich eingebürgert hat, und wir wollen ihn deshalb nicht verwerfen.

Wir können nun wenden Ottilie sich ab von dem Bilde, das sie gemalt, und sie kann sich ihm nähern, um es zu betrachten. Sie erblickt nun auf der Leinwand ihr Bild, und sie kann sich selbst betrachten.

Ottilie ist ein Name, der sich nicht einbürgern will, und sie möchte in den Ruf kommen, daß sie ihn nur deshalb trägt, weil sie ihn schon trägt. Ich

Abb. 104. Schwarzer Trauerschwebefliege (Bombylius discolor). 1 Fliegend, 2 Auf Blüte sitzend, 3 Ei, 4 Larve, 5 Puppe, 6 Puppenhülle.

Kleine weißblühende Pflanzen, besonders Arten der Gattungen Saxifraga und Alsine, ausgesprochen gern. Man erhält Schwebfliegen häufig, indem man Blumen, welche Blattläuse beherbergen, in Gläser mit Wasser stellt und diese mit Gaze überbindet. Die Eier werden in Häufchen, Einzeln oder Reihen, oft in Kolonien, auf Blätter, Blattstiele, Blüten, Früchte, Zweige, Rinde, Moos, Steine, Erde, Wasser, Kot, Aas, Pflanzenabfälle, Nester, Höhlungen, Gänge, Bauten, Gespinste, Kokons, Puppenhüllen, Puppen, Larven, Eier, Gelege

Fig. 1. *Cephus pygmaeus* (L.) ♀, 9 mm.

Cephus Latr. Head and thorax flattened. Antennae 22-jointed, filiform. Prothorax transverse, with a deep groove on each side. Mesothorax with a deep groove on each side of the middle lobe. Scutellum with a deep transverse groove. Abdomen sessile, compressed, with 8 segments. Ovipositor of ♀ short, not projecting beyond the abdomen. Tarsal claws simple. Hind coxae large, contiguous. Hind femora thickened. Wings with 3 cubital cells, the 2nd receiving both recurrent veins. Larvae whitish, with a brown head and a brown thoracic shield, legless, with a pair of fleshy tubercles on the 1st abdominal segment. Pupae enclosed in a cocoon. Larvae bore in the stems of grasses and sedges.

C. pygmaeus (L.) ♀, 9 mm. Black, shining, with yellow legs. Wings hyaline, with brown veins and stigma. Larva bores in the stems of wheat, rye, barley, oats, and various grasses. Pupates in a cocoon in the stem. Adult emerges in May and June. Widely distributed in Europe, Asia, and North America.

Fig. 2. *Cephus pygmaeus* (L.) ♂, 9 mm.

C. pygmaeus (L.) ♂, 9 mm. Black, shining, with yellow legs. Wings hyaline, with brown veins and stigma. Larva bores in the stems of wheat, rye, barley, oats, and various grasses. Pupates in a cocoon in the stem. Adult emerges in May and June. Widely distributed in Europe, Asia, and North America.

C. cinctus Nort. ♀, 9 mm. Black, shining, with yellow legs. Wings hyaline, with brown veins and stigma. Larva bores in the stems of wheat, rye, barley, oats, and various grasses. Pupates in a cocoon in the stem. Adult emerges in May and June. Widely distributed in Europe, Asia, and North America.

C. cinctus Nort. ♂, 9 mm. Black, shining, with yellow legs. Wings hyaline, with brown veins and stigma. Larva bores in the stems of wheat, rye, barley, oats, and various grasses. Pupates in a cocoon in the stem. Adult emerges in May and June. Widely distributed in Europe, Asia, and North America.

C. cinctus Nort. ♀, 9 mm. Black, shining, with yellow legs. Wings hyaline, with brown veins and stigma. Larva bores in the stems of wheat, rye, barley, oats, and various grasses. Pupates in a cocoon in the stem. Adult emerges in May and June. Widely distributed in Europe, Asia, and North America.

C. cinctus Nort. ♂, 9 mm. Black, shining, with yellow legs. Wings hyaline, with brown veins and stigma. Larva bores in the stems of wheat, rye, barley, oats, and various grasses. Pupates in a cocoon in the stem. Adult emerges in May and June. Widely distributed in Europe, Asia, and North America.

C. cinctus Nort. ♀, 9 mm. Black, shining, with yellow legs. Wings hyaline, with brown veins and stigma. Larva bores in the stems of wheat, rye, barley, oats, and various grasses. Pupates in a cocoon in the stem. Adult emerges in May and June. Widely distributed in Europe, Asia, and North America.

C. cinctus Nort. ♂, 9 mm. Black, shining, with yellow legs. Wings hyaline, with brown veins and stigma. Larva bores in the stems of wheat, rye, barley, oats, and various grasses. Pupates in a cocoon in the stem. Adult emerges in May and June. Widely distributed in Europe, Asia, and North America.

C. cinctus Nort. ♀, 9 mm. Black, shining, with yellow legs. Wings hyaline, with brown veins and stigma. Larva bores in the stems of wheat, rye, barley, oats, and various grasses. Pupates in a cocoon in the stem. Adult emerges in May and June. Widely distributed in Europe, Asia, and North America.

C. cinctus Nort. ♂, 9 mm. Black, shining, with yellow legs. Wings hyaline, with brown veins and stigma. Larva bores in the stems of wheat, rye, barley, oats, and various grasses. Pupates in a cocoon in the stem. Adult emerges in May and June. Widely distributed in Europe, Asia, and North America.

Antlia in Diptera (fig. 1), Rostrum in Hemiptera (fig. 2), Haustellum in Lepidoptera (fig. 3), Proboscis in Hymenoptera (fig. 4), Suctorial Mouth in Aphaniptera (fig. 5), Suctorial Mouth in Anoplura (fig. 6), Suctorial Mouth in Thysanoptera (fig. 7).

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Thrips (fig. 7) are minute insects, rarely exceeding 1/10 inch in length, and usually much smaller. They are found on flowers, and are also very common on the leaves of trees and shrubs. Their mouth-parts are adapted for piercing and sucking, and they are provided with four narrow wings, fringed with long hairs. The antennæ are short and thick, and the tarsi are two-jointed, with a vesicle between the claws. The abdomen is usually terminated by a bristle. The larvæ are wingless, and resemble the perfect insects in form. The pupæ are also wingless, and are inactive. Thrips are found in all parts of the world, and are very destructive to plants. Some species are known as Corn Thrips, Pear Thrips, Rose Thrips, Onion Thrips, Grain Thrips, Tobacco Thrips, Orange Thrips, Pine Thrips, Grape Thrips, Hop Thrips, Pea Thrips, Bean Thrips, Cotton Thrips, Cane Thrips, Banana Thrips, Fig Thrips, Pepper Thrips, Melon Thrips, Cucumber Thrips, Potato Thrips, Tomato Thrips, Egg-plant Thrips, Strawberry Thrips, Raspberry Thrips, Blackberry Thrips, Currant Thrips, Gooseberry Thrips, Apple Thrips, Peach Thrips, Plum Thrips, Cherry Thrips, Quince Thrips, Apricot Thrips, Nectarine Thrips, Almond Thrips, Walnut Thrips, Chestnut Thrips, Hazelnut Thrips, Oak Thrips, Elm Thrips, Maple Thrips, Willow Thrips, Poplar Thrips, Birch Thrips, Beech Thrips, Ash Thrips, Hickory Thrips, Pecan Thrips, Locust Thrips, Catalpa Thrips, Sycamore Thrips, Linden Thrips, Magnolia Thrips, Tulip Thrips, Rhododendron Thrips, Azalea Thrips, Laurel Thrips, Holly Thrips, Ivy Thrips, Box Thrips, Yew Thrips, Juniper Thrips, Cedar Thrips, Cypress Thrips, Redwood Thrips, Spruce Thrips, Fir Thrips, Hemlock Thrips, Larch Thrips, Tamarack Thrips, Pine Thrips, Grape Thrips, Hop Thrips, Pea Thrips, Bean Thrips, Cotton Thrips, Cane Thrips, Banana Thrips, Fig Thrips, Pepper Thrips, Melon Thrips, Cucumber Thrips, Potato Thrips, Tomato Thrips, Egg-plant Thrips, Strawberry Thrips, Raspberry Thrips, Blackberry Thrips, Currant Thrips, Gooseberry Thrips, Apple Thrips, Peach Thrips, Plum Thrips, Cherry Thrips, Quince Thrips, Apricot Thrips, Nectarine Thrips, Almond Thrips, Walnut Thrips, Chestnut Thrips, Hazelnut Thrips, Oak Thrips, Elm Thrips, Maple Thrips, Willow Thrips, Poplar Thrips, Birch Thrips, Beech Thrips, Ash Thrips, Hickory Thrips, Pecan Thrips, Locust Thrips, Catalpa Thrips, Sycamore Thrips, Linden Thrips, Magnolia Thrips, Tulip Thrips, Rhododendron Thrips, Azalea Thrips, Laurel Thrips, Holly Thrips, Ivy Thrips, Box Thrips, Yew Thrips, Juniper Thrips, Cedar Thrips, Cypress Thrips, Redwood Thrips, Spruce Thrips, Fir Thrips, Hemlock Thrips, Larch Thrips, Tamarack Thrips.

Fig. 1. Ixodes ricinus (Linnaeus, 1758). Male. Dorsal and ventral aspects.

dort ihre Eier zu hinterlassen. Mit der Eiablage beginnt das Weibchen des Holzbocks acht Tage, nachdem es von seinem letzten Wirt abgefallen ist.

Zu bemerken ist ferner, daß die Zecken teils in den Speicheldrüsen teils in besonderen Drüsen an den Vorderbeinen ein Anticoagulin, d. h. ein die Gerinnung des Blutes hemmendes Ferment produzieren.

Die genaue Kenntnis der Lebensgeschichte der Zecken ist von großer Wichtigkeit, da viele Zeckenarten Krankheiten übertragen. Die Prophylaxe dieser Krankheit hängt nun sehr von der Lebensweise der übertragenden Zecken ab. So kann man z. B. bei Zecken, welche ihr ganzes Leben auf einem Tier zubringen, wie Boophilus annulatus Say., der Überträger des Texasfieber der Rinder, die Prophylaxe viel leichter durchführen als bei solchen, welche während ihres Lebens mehrmals neue Wirte aufsuchen. Die Krankheiten, welche durch Zecken übertragen werden, sind teils durch Spirochaeten verursacht, wie z. B. das afrikanische Rückfallfieber des Menschen, welches durch die Zecke Ornithodorus moubata Murray (Abb. 150) vermittelt wird, und die Spirochaetosen der Gänse, Hühner, Rinder usw. Die Zecken übertragen aber auch jene schweren Krankheiten der Rinder, welche als Blutharnen bekannt sind und durch eigenartige kleine Parasiten der roten Blutkörperchen, die man als Babesien bezeichnet, verursacht werden. Es sind vor allen Dingen Zecken aus der Gattung Rhipicephalus (Boophilus) (Abb. 151), deren Saugen diese gefährlichen Krankheiten verbreitet, welche übrigens auch bei Pferden, Schafen, Affen, Mäusen usw. beobachtet worden sind.

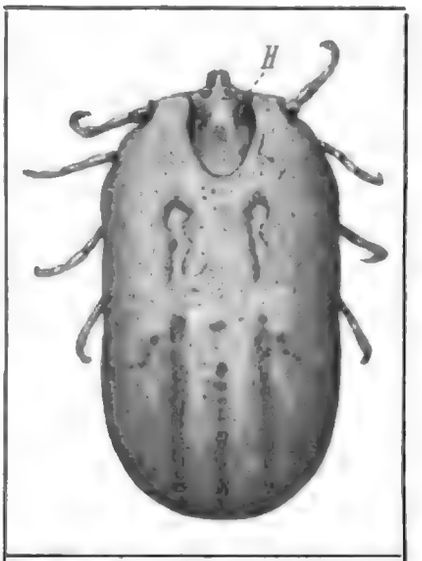


Abb. 151. Boophilus decoloratus Koch. Afrikanische Rinderzecke aus Deutsch-Ostafrika. Vollgesogenes Weibchen. Vergr. 6mal. Nach Doflein.

Die zuletzt behandelten Formen von Blutsaugern sind vielfach so eng an ihren Wirt gebunden, vielfach so stark durch diese Gebundenheit in Körperbau und Funktionen beeinflußt, daß man mit einem gewissen Recht sie als Parasiten bezeichnen kann. Es ist wohl auch anzunehmen, daß das Blutsaugen einen der Wege darstellt, auf welchem manche Tiere zur parasitischen Lebensweise gelangt sind. Es gibt ja unter den mit den Zecken nächstverwandten Tieren Formen wie die Linguatuliden (vgl. S. 293), welche zu echten Binnenparasiten geworden sind. Auch bei den übrigen Gruppen der Parasiten gibt es Formen welche Blut saugen. So sind die ectoparasitischen Trematoden meist Blutsauger, und auch unter den entoparasitischen Trematoden sind Arten wie die Leberegel (Fasciola hepatica L.) echte Blutsauger. Auch unter den Nematoden gibt es Formen, die, wiewohl sie an der Innenwand des Darmes sitzen, dennoch Blut aus der Schleimhaut entnehmen.

Abb. 152. Stechrüssel von Ixodes ricinus L. Nach Reichsgesundheitsamt aus Biedermann.

Unter den Würmern gibt es aber auch Formen, welche in ihren ganzen Lebensgewohnheiten mehr den raubtierähnlichen Blutsaugern anzureihen sind. Es sind das die Blutegel. Die Blutegel oder Hirudineen zerfallen in zwei Ordnungen, welche nach ihrer Mundbewaffnung als Rüsselegel und Kieferegel unterschieden werden. In diesen beiden Ordnungen gibt es neben echten Räubern (vgl. S. 130) blutsaugende Formen, welche uns die nahen Beziehungen zwischen den beiden Typen der

Digitized

Abb. 153. Piscicola geometra Mg. T. Fischegel. Vergr. 4 mal. Nach Dollein.

Ernährung ebenso klar demonstrieren können, wie die vorhin beschriebenen Fliegen.

Diejenigen Kieferegel, deren Kiefer nur aus Längsfalten oder stumpfen Kanten bestehen, nähren sich ja von kleinen Tieren (vgl. S. 130). Diejenigen Formen aber, die wie der medizinische Blutegel (Hirudo medicinalis L.) oder wie die Landblutegel der Tropen mit feinen scharfgesägten Kiefern ausgestattet sind, durchbohren mit denselben die Haut von Warmblütern und saugen deren Blut. Es ist bekannt, daß die medizinischen Blutegel in manchen Gegenden für Badende eine Gefahr darstellen können, und welche Landplage die Landblutegel sind, darüber können wir in den Berichten aller Tropenreisenden lesen. Die Vettern Sarasin schreiben in ihrem Buche über Celebes, daß in den Gegenden, in denen die Landblutegel häufig sind, viele Säugetiere überhaupt nicht existieren können. Der kleine eigenartige zelebensische Wildbüffel, Anoa, kann in seinem Gebiete nur deswegen fortkommen, weil seine Haut so dick ist, daß die Blutegel sie nicht mit ihren Kiefern durchbohren können.

Unter den Rüsselegeln gibt es nicht weniger unangenehme Vertreter. Die Fischegel, aus der Gattung Piscicola Blainville (Abb. 153) kommen oft in ganzen Scharen auf unseren Süßwasserfischen, Karpfen, Hechten, Schleien, Barben, vor. Die blutenden Wunden, die sie verursachen, machen die Fische oft sehr krank und wenn sie sehr zahlreich sind, so können sie ihre Opfer töten. Ihnen sehr nahe verwandt sind die amerikanischen Blutegel aus der Gattung Haemontaria de Fil., welche in der Heilkunst in der Neuen Welt eine ähnliche Rolle spielen oder gespielt haben wie der medizinische Blutegel bei uns.

Alle diese Blutsauger, Insekten ebenso wie Würmer, sind durch bestimmte Anpassungen ausgezeichnet, welche ihnen ihre Ernährungsweise ermöglichen. Sie müssen Vorrichtungen haben, um ihr Opfer anzubohren oder anzustechen; ferner einen Apparat zum Saugen, der meist im Kopf oder Körper liegt und infolgedessen eine Zuleitungsröhre voraussetzt. Die Aufgabe ist bei den verschiedenen Formen in verschiedener Weise gelöst. Stets finden wir am Vorderdarm eine muskulöse Anschwellung oder eine von Muskeln umgebene erweiterungsfähige Blase, welche als Saugpumpe funktioniert. Die Vorrichtungen zum Anbohren, also die Stechrüssel der Insekten, der Schneidapparat der Kieferegel und der Bohrrüssel der Rüsselegel sind im ersten Bande dieses Werkes geschildert worden. Die Abbildungen auf S. 203 u. 204 tragen des weiteren dazu bei, diese Verhältnisse zu illustrieren.

Mit ihnen sind aber die besonderen Anpassungen der Blutsauger nicht erschöpft. Das Blut der höheren Tiere, welches sie saugen, ist mit der Eigenschaft der Gerinnungsfähigkeit ausgestattet. Kaum hätte ein Blutsauger zu saugen angefangen, so würde das gerinnende Blut die von ihm gebohrte Öffnung wieder verstopfen, wäre das Tier nicht imstande, die Gerinnung zu verhindern. Alle genau daraufhin untersuchten Blutsauger (Blutegel, Zecken usw.) scheiden aus besonderen Drüsen, meist den Speicheldrüsen eine Flüssigkeit ab, die ein gerinnunghinderndes Ferment (Antikagulin) enthält. Wir sehen auch bei sehr vielen von ihnen in den Mundwerkzeugen neben der Saugröhre, mit welcher sie das Blut in ihren Magen pumpen, ein besonderes Röhrchen ausgebildet, durch welches sie die Speichelflüssigkeit in die Wunde spritzen. Mit dem Speichel gelangen vielfach auch reizende Substanzen (Gifte,

Digitized by Google

Säuren) in die Wunde, welche eine Hyperämie der geſtochenen Stelle verurſachen. Das zuſammenſtrömende Blut ſteht alſo dem ſaugenden Tier in zunehmender Fülle zur Verfügung. Neuerdings iſt angegeben worden, daß dieſe reizende Subſtanz bei den Schnaken durch ſymbiotiſche Hefen erzeugt werden ſoll, die ſich im Magen der Stechfliegen vorfinden.

Im Magen und in den Speicheldrüſen der Blutſauger befinden ſich aber vielfach die Keime jener Paraſiten und Krankheitserreger, welche die Blutſauger, wie wir vorhin ſahen, ſo gefährlich machen. Das Blut, das aus den Wunden geſaugt worden iſt, verbleibt oft ſehr lange im Magen und Darm des Blutſaugers. Und ſo haben denn Stadien von Paraſiten, welche beim Blutſaugen aus dem Wirt aufgenommen worden ſind, alle Gelegenheit, eine oft komplizierte Entwicklung durchzumachen. Aus derſelben reſultieren Keime, welche im Verlauf ihrer Entwicklung meiſt in die Speicheldrüſen gelangen und von ihnen aus beim Stich in einen neuen Wirt übertragen werden.

Wir ſagten gerade ſoeben, daß das Blut oft lange im Darm des Blutſaugers verweilt. Die Blutſauger haben ja nicht jeden Moment Gelegenheit, ſich ihre Nahrung zu verſchaffen; ſie ſind meiſt extreme Spezialiſten, die nur von dem Blut beſtimmter Tiere oder beſtimmter Kategorien von Tieren leben. So kommt es vor, daß ſie oft Wochen und Monate lauern müſſen, bis ſie eine geeignete Mahlzeit zu ſich nehmen können. Ja, manche Reiſende haben ſogar geglaubt, daß viele Blutſauger ihr ganzes Leben lang nicht zu einer normalen Mahlzeit gelangen. So ſprechen die Saraſins die Meinung aus, daß bei den Landblutegeln von Milliarden kaum einer während ſeiner Exiſtenz dazu komme, ſich an warmem Blut vollzuſaugen. Jedenfalls muß ein ſolcher Blutſauger alſo, wenn er zu ſeiner Mahlzeit kommt,

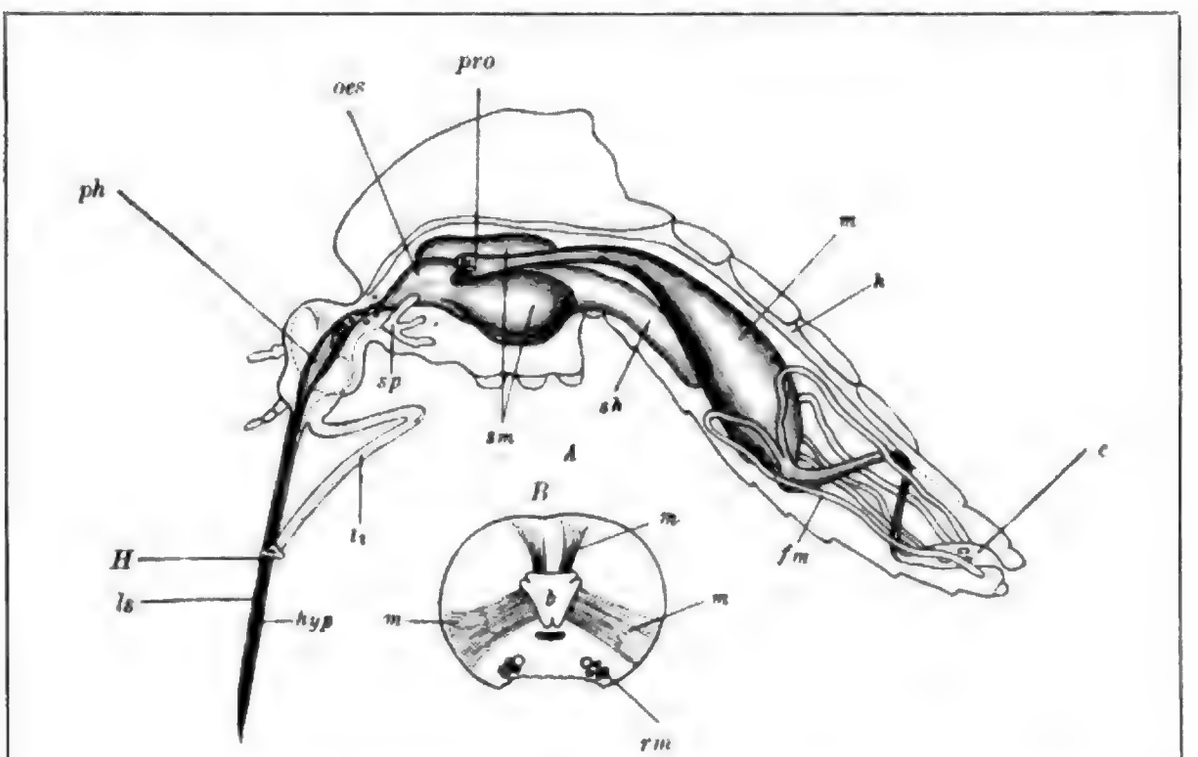


Abb. 154. Saugapparat einer Schnake (Culex pipiens L.) ſ.

A Schematiſcher Längsſchnitt durch den Kopf; *h* Herz, *sp* Speicheldrüſen, *hyp* Hypopharynx, *ls* Oberlippe, *H* Unterlippe, *ph* Pharynx, *pro* Proventrikulus, *sm* Saugmagen (Nebenreſervoire), *sh* Hauptreſervoir, *m* Mitteldarm (Magen), *fm* Malpighiſche Gefäße, *c* Enddarm, *H* markiert die Oberfläche der Haut, in welche das Tier gerade ſticht. *B* Querſchnitt durch den hinteren Teil des Kopfes, um den Bau des Saugorgans zu zeigen: *h* Lumen des Pharynx, *m* die Muskeln, welche den Pharynx erweitern, *rm* Rückziehmuskeln der Maxillen.

Abgeändert nach Schaudinn und Timmock.

Digitized by Google

Kirche, Abtei. Die Abtei Corvey liegt im ostwestfälischen Weser-Land, 6 km südlich von Höxter. Sie wurde 822 als Tochterkloster der Abtei Corbie in der Picardie gegründet. Ihre Kirche, eine dreischiffige Pfeilerbasilika mit Westwerk, wurde 844 geweiht. Sie ist das Vorbild für die Kirche in Corbie. Das Westwerk ist ein Vorbau mit zwei Türmen, der Eingang und Empore enthält. Es ist ein Vorläufer der Westtürme romanischer Kirchen. Die Kirche wurde 1665 abgebrochen. Nur das Westwerk ist erhalten. Es ist eine der ältesten Kirchen in Deutschland. Es ist ein Vorläufer der Westtürme romanischer Kirchen. Die Kirche wurde 1665 abgebrochen. Nur das Westwerk ist erhalten. Es ist eine der ältesten Kirchen in Deutschland.

Kirche, Abtei. Die Abtei Corvey liegt im ostwestfälischen Weser-Land, 6 km südlich von Höxter. Sie wurde 822 als Tochterkloster der Abtei Corbie in der Picardie gegründet. Ihre Kirche, eine dreischiffige Pfeilerbasilika mit Westwerk, wurde 844 geweiht. Sie ist das Vorbild für die Kirche in Corbie. Das Westwerk ist ein Vorbau mit zwei Türmen, der Eingang und Empore enthält. Es ist ein Vorläufer der Westtürme romanischer Kirchen. Die Kirche wurde 1665 abgebrochen. Nur das Westwerk ist erhalten. Es ist eine der ältesten Kirchen in Deutschland. Es ist ein Vorläufer der Westtürme romanischer Kirchen. Die Kirche wurde 1665 abgebrochen. Nur das Westwerk ist erhalten. Es ist eine der ältesten Kirchen in Deutschland.

Abb. 156. Ceylonischer Landblutegel auf der Lauer (Haemadipsa Ceylonica). Orig.

Die Speiseröhre ist sehr eng, so daß geformte Nahrung kaum geschluckt werden könnte. Mit den beiden breiten, scharfen ersten Schneidezähnen schneiden sie ein ovales, linsengroßes Stück Haut weg und erzeugen so eine sehr stark blutende Wunde. Max Weber schreibt über den Darm dieser unheimlichen Fledermaus: „Einzig unter Säugetieren steht der Magen von Desmodus da. Cardia und Pylorus liegen nebeneinander, der pyloriale Blindsack aber ist darmartig nach links verlängert und erreicht, mit Blutkoagula gefüllt — bekanntlich saugt das Tier Blut — zwei Drittel der Darmlänge (Huxley)."

In diesem Vorratsmagen macht das Blut offenbar wie bei den andern Blutsaugern seinen langsamen Verdauungsprozeß durch, während dessen die Fledermaus in einem starreähnlichen Zustand in einer Höhle oder einem Baumloch hängt.

Die blutsaugenden Fledermäuse gehören in die nächste Verwandtschaft von fruchtfressenden Gattungen. Diese ernähren sich nun in einer Weise, welche ihnen den Übergang zum Blutsaugen sehr erleichtern mußte. Wir können sie nämlich am besten als **Fruchtsauger** bezeichnen. Die Vampyre, Blattnasen und Langzungenvampyre (Phyllostomiden, Glossophagen) leben von Insekten, hauptsächlich aber von Früchten, deren Saft sie aussaugen. Die Glossophagen bedienen sich zum Anbohren und Auslecken der Früchte ihrer spitzen, von rückwärts gerichteten Hornpapillen besetzten Zunge. Sie besitzen auch z. B. die Verlängerung des Magens in der Pylorusregion, welche als Reservoir für die Fruchtsäfte dient (Abb. 158). Auch unter den Flughunden oder Großfledermäusen, die sich ausschließlich von Pflanzennahrung erhalten, gibt es Fruchtsauger. Unter ihnen ist besonders merkwürdig der Hammerkopf-Flughund (Hypsignathus monstrosus Allen), dessen wulstig verbreiterte Lippen geradezu einen Saugrüssel bilden, dessen Saugpumpe durch den beim Männchen enorm verlängerten, die Lungen bedeckenden, bis zum Zwerchfell reichenden Kehlkopf gebildet werden soll. Mit ihm soll er die Feigenfrüchte aussaugen, und er würde dann auch als Reservoir für die Nahrungsflüssigkeit dienen.

Auch bei den wirbellosen Tieren finden wir die Blutsauger in den nächsten verwandtschaftlichen Beziehungen zu Pflanzensaugern, so daß auch da der Schluß nahe liegt, daß Anpassungen, welche zur Ausbeutung von Pflanzen ausgebildet worden waren, nachträglich in den Dienst des Blutsaugens gestellt worden sind. Die blutsaugenden Fliegen, Wanzen und Läuse sind ja nahe verwandt mit Tierformen, die sich von Pflanzensäften nähren. Bei den Fliegen, welche Blüten besuchen, sind nicht selten die Rüssel mit ihren Stiletts so aus-

Digitized by Google

Fig. 1. Rückenmark und Gehirn des Menschen. Ansicht von der Rückenfläche. Das Rückenmark ist in seiner ganzen Länge, das Gehirn nur zum Teil dargestellt. Die Nervenwurzeln sind abgeschnitten.

Fig. 2. Querschnitt durch das Rückenmark und seine Hüllen. Die Nervenwurzeln sind abgeschnitten. Die Pia mater ist schwarz gezeichnet.

gehirn, hält sie in ge-
wisser Weise gefangen, wie ein Vogel in einem Käfig. Die Knochen des Schädels und der Wirbelsäule, welche Rückenmark und Gehirn umgeben, werden als Schutzorgane bezeichnet.

Gehirn und Rückenmark sind von drei Häuten umgeben, welche Hirnhäute oder Meningen genannt werden. Die äußerste Haut, welche unmittelbar den Knochen anliegt, heißt die harte Hirnhaut oder Dura mater. Sie ist sehr derb und fest und besteht aus straffem, weißem Bindegewebe, das viele feinere und gröbere elastische Fasern enthält. Die Dura mater ist an der Innenfläche der Knochen nur locker befestigt, so daß sie sich leicht von ihnen ablösen läßt. Sie ist ferner an einigen Stellen, wo sie sich in Falten zwischen die Hirnteile hineinlegt, mit diesen verwachsen. Die Dura mater bildet an verschiedenen Stellen Scheidewände, welche die Hirnhöhle in mehrere Räume teilen. Die wichtigste dieser Scheidewände ist die Sichel des großen Gehirns (Fig. 3). Sie ist eine senkrecht stehende, sichelförmige Platte, welche in der Mittellinie zwischen beiden Großhirnhälften liegt. Ihr oberer Rand ist mit der Innenfläche des Schädeldaches verwachsen, ihr unterer Rand ist frei und ragt in den Spalt zwischen beiden Großhirnhälften hinein. Ihr hinterer Rand ist mit dem Kleinhirn verwachsen. Ferner ist noch das Kleinzelt zu erwähnen, welches zwischen Kleinhirn und Großhirn ausgespannt ist und diese beiden Hirnteile voneinander trennt.

Fig. 3. Gehirn des Menschen. Ansicht von der linken Seite. Die Dura mater ist entfernt, die Pia mater schwarz gezeichnet.

Unter der harten Hirnhaut liegt die Spinnwebenhaut oder Arachnoidea. Sie ist ein sehr feines, durchsichtiges Häutchen, welches sich über die Windungen des Gehirns ausspannt. Sie ist an ihrer Innenfläche durch feine Fäden mit der folgenden, weichen Hirnhaut verbunden. Auf diese Weise entsteht zwischen beiden Häuten ein Raum, der mit Gehirnwasser erfüllt ist. Dieses Gehirnwasser ist eine klare Flüssigkeit, welche das Gehirn und Rückenmark umspült und vor Stoß und Erschütterung schützt.

Die innerste Hirnhaut, welche unmittelbar auf Gehirn und Rückenmark aufliegt, ist die weiche Hirnhaut oder Pia mater. Sie ist ein sehr feines, gefäßreiches Häutchen, welches sich in alle Furchen und Spalten des Gehirns hineinlegt. Sie ist mit der Arachnoidea durch feine Fäden verbunden. Sie ist mit dem Gehirn und Rückenmark innig verwachsen und kann nicht von ihnen abgezogen werden, ohne daß diese Teile zerfetzt werden.

Fig. 4. Querschnitt durch das Rückenmark und seine Hüllen. Die Nervenwurzeln sind abgeschnitten. Die Pia mater ist schwarz gezeichnet.

Grösinger Klöster, Klingen, Klingenfels ze. Verschieden von allen diesen Klingen ist der Klingenfels, welcher heute noch den Namen Klingen trägt, und der Stammsitz der Herrschaft Klingenegg. Später und zwar seit dem 15. Jahrhundert nannten sich diese Herren von Klingenegg, die von Klingenfels (Lehen), Klingenfelser, Klingenfelsberger, Klingenfelsberger, Klingenfelsberger

Abb. 160. „Wanzenspritze" von Pyrrhocoris apterus.
f Pumpenflasche, *u* Ventil, *k* Kolben, *h* Hohlraum, *a* Ausführgang, *st* Kolbenstange, *pm* Pumpmuskeln. Stark vergrößert. Nach Wirsche.

flasche" einströmen. Läßt die Kontraktion des Pumpenkolbenmuskels nach, so schnellt durch die Elastizität der Chitinhaut der Kolben vor. Dabei schließt sich das Ventil über der Speicheldrüsenmündung und der Inhalt der Pumpflasche wird in den Ausführgang des ganzen Gebildes getrieben, der in das Rohr der Stechborste führt (Abb. 160).

So kann also beim Stich eine beträchtliche Quantität Speichel in die Wunde entleert werden. Bei blutsaugenden Rhynchoten, bei denen wir ihre Bedeutung resp. die des Speichels schon kennen gelernt haben, ist die Wanzenspritze schwächer entwickelt, als bei pflanzensaugenden. Bei letzteren hat sie nämlich eine besondere, wichtige Bedeutung. Daß durch den Reiz des alkalischen Sekrets die Säfte der Pflanze der Wundstelle in verstärktem Maß zuströmen, ist wohl von untergeordneter Bedeutung. Ihre wichtigste Rolle enthüllt sich durch die Befunde, welche Büsgen bei seinen Untersuchungen über die Beziehungen der Pflanzenläuse zu den Pflanzen gehabt hat. Er hat nämlich gefunden, daß die Stechborste bei Aphiden und Cocciden sehr tief durch lebendes und totes Gewebe, durch Zellen und Zellenwände bis zu den ansaugwürdigen Zellen dringen kann. Die Bohrtätigkeit wird von den scharfen, an der Spitze rauhen Maxillarborsten ausgeführt; manchmal sind sogar Sägezähne an deren Spitze vorhanden, welche die Anwendung nach Art einer Raspel oder Säge ermöglichen (z. B. bei der Schildlaus Orthezia cataphracta nach List). Die

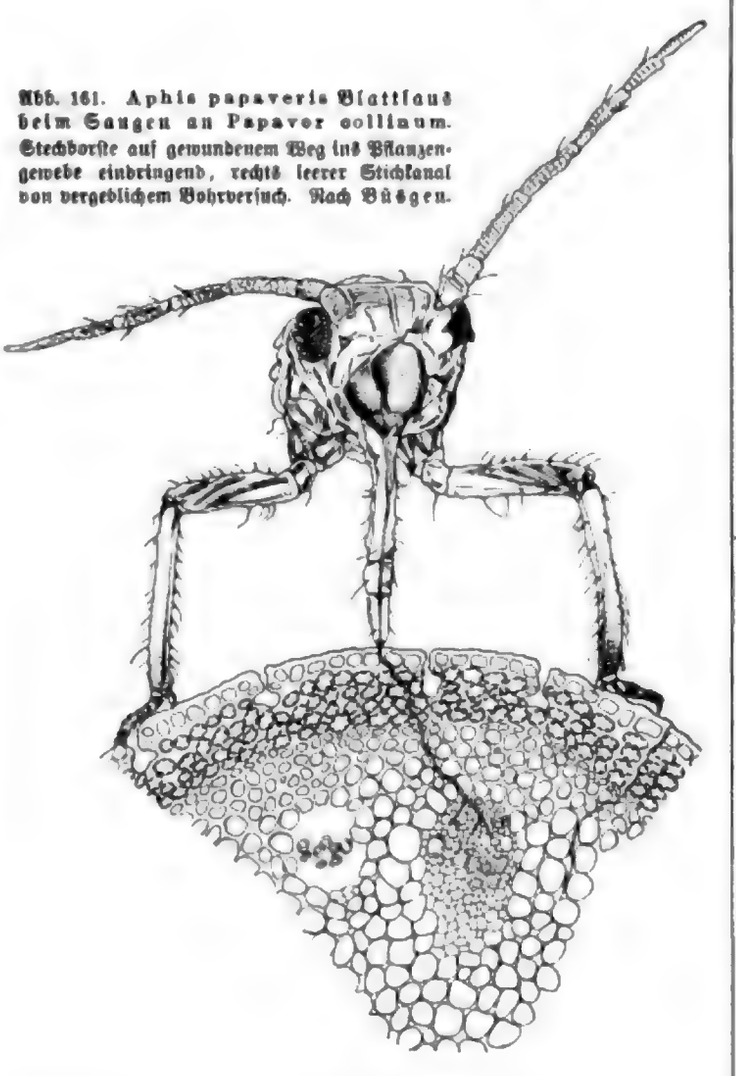


Abb. 161. Aphis papaveris Blattlaus beim Saugen an Papaver collinum. Stechborste auf gewundenem Weg ins Pflanzengewebe eindringend, rechts leerer Stichkanal von vergeblichem Bohrversuch. Nach Büsgen.

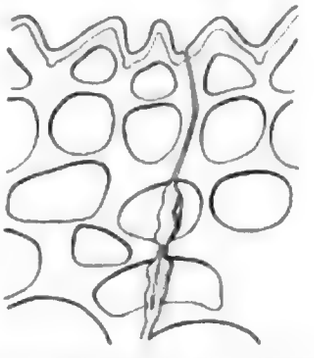


Abb. 162. Partie des Stichkanals einer Blattlaus (Aphis viburni) in Pflanzengewebe von Viburnum opulus. Die Teile im Lumen der Zellen sind von Gallerte umscheidet. Nach Büsgen.

Digitized by Google

Richtung des Stichs ist nicht immer geradlinig, sondern infolge der Biegsamkeit und freien Beweglichkeit der Stechborsten oft gebogen (Abb. 161). Untersucht man Stichkanäle von Pflanzenläusen genauer, so findet man sie vielfach von einer Scheide aus gallertiger, stark lichtbrechender Substanz umschlossen. Diese ist dann besonders stark und deutlich ausgebildet, wenn der Stichkanal in seinem Verlauf Zellwände und sonstige feste Substanzen verläßt und frei durch das Lumen einer Zelle oder eines Intercellularraums hindurchgeht (Abb. 162). Diese eiweißartige Substanz entstammt unzweifelhaft den Speicheldrüsen der Pflanzenläuse. Sie erstarrt offenbar sofort nach der Entleerung und bildet für die Saugborsten bei ihrer Bohrtätigkeit eine Stütze, erleichtert eventuell auch als geschlossenes Rohr wirkend die Saugtätigkeit. Letztere besteht in dem Aussaugen des Inhalts von Zellen, wobei immer eine Zelle nach der andern angebohrt und ausgesaugt wird, nicht etwa die leitenden Gefäßbündel der Pflanze aufgesucht werden. Es werden also dabei in reichlichem Maße sowohl Eiweißstoffe als Kohlehydrate gewonnen.

8. Planktonfresser.

Unter den Tieren, welche andere Tiere fressen, hätten wir eine Sondergruppe mit einigermaßen omnivorem Charakter hervorzuheben. Es sind dies die Planktonfresser. Sie fressen meist alle möglichen Tiere, vielfach dazwischen auch Pflanzen, doch nur solche, die

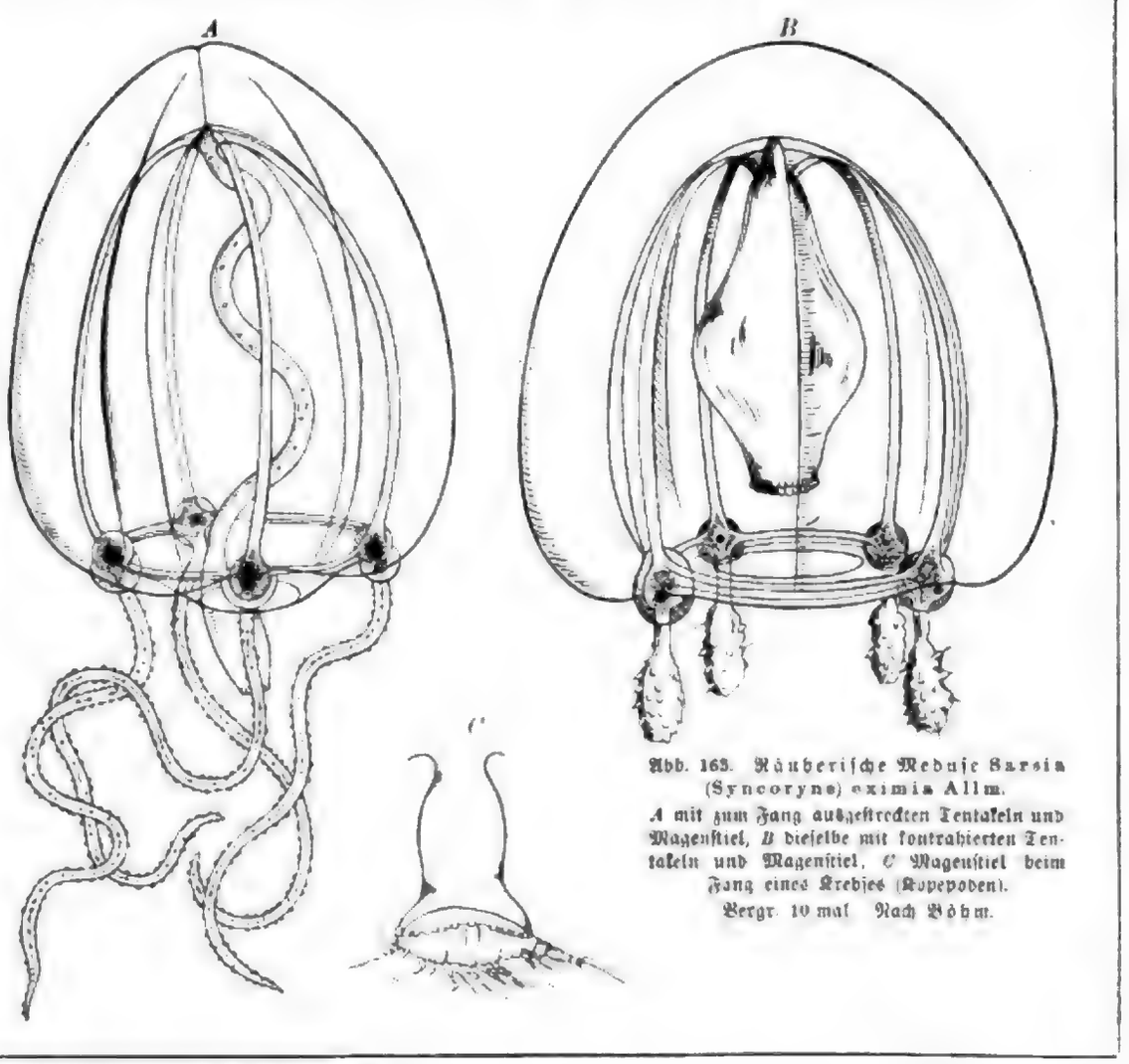


Abb. 163. Räuberische Meduse Sarsia (Syncoryne) eximia Allm.
A mit zum Fang ausgestreckten Tentakeln und Magenstiel, *B* dieselbe mit kontrahierten Tentakeln und Magenstiel, *C* Magenstiel beim Fang eines Krebses (Copepoden).
Vergr. 10 mal. Nach Böhm.

Digitized by Google

g. a Methodist minister for the purpose of a nominal marriage, and, if necessary, a Justice of the Peace. Marriages may be solemnized on Sundays, Christmas Day, Good Friday, and Public Holidays, but not between sunset and sunrise. Marriages may be solemnized in any place of worship registered for the purpose, or in any private house or building with open doors between the hours of 8 a.m. and 6 p.m. Marriages may be solemnized by a Minister of Religion according to the rites of the Church to which he belongs, or by a Registrar of Marriages, or by a Justice of the Peace

Aurelia aurita (L.). Ephyra larva. Oral view. Scyphistoma. Lateral view. Scyphistoma. Oral view. Scyphistoma. Aboral view. Scyphistoma. Lateral view. Scyphistoma. Aboral view. Scyphistoma. Lateral view. Scyphistoma. Aboral view. Scyphistoma. Late

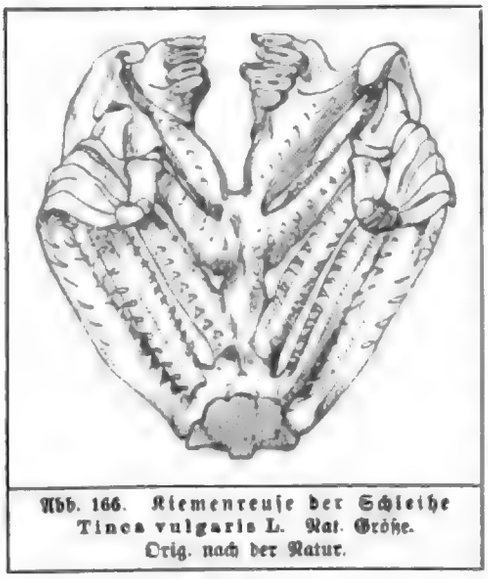


Abb. 166. Kiemenreuse der Schleihe Tinca vulgaris L. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

fläche des Mundrands verteilt sind. Die Mundporen liegen am Grund je eines Trichters, dessen Rand sehr erweiterungsfähig ist, der Trichterkrause. An deren Rand stehen kleine tentakelartige Fortsätze, die sogenannten Digitellen (Abb. 164 B u. C), welche zum Einfangen der Planktontiere dienen. Was in den Magenraum herein soll, kann nur durch die kleinen Mundöffnungen und das mit ihnen im Zusammenhang stehende Kanalsystem der Mundarme hinein. Es können dies also nur kleine Organismen sein, die aus dem Plankton herausfiltriert werden. Sie sind vielfach noch zu groß für die engen Kanälchen, und so findet denn die Verdauung schon weit draußen in den Trichterkrausen statt. Da werden oft sogar mittelgroße Tiere z. B. Fischchen aufgelöst, und die Beute wird erst in gelöstem Zustand in das Innere des Körpers geleitet.

Bei andern Planktonfressern finden wir Seihvorrichtungen, welche in ihrem Bau direkt an ein Filter oder eine Reuse erinnern. So gibt Simroth an, daß die schöne blaue Hochseeschnecke Janthina eine eigenartig gebildete Radula besitze, die ihr zum Filtrieren des planktonhaltigen Meerwassers diene. Auch bei den Krebsen gibt es nach den neueren Forschungen von Zimmer speziell unter den Euphausiazeen Formen, deren langbehaarte, vordere Thorakalbeine zu einem Seihapparat umgewandelt sind. Am klarsten liegen die Verhältnisse bei den planktonfressenden Fischen. Wir finden da übereinstimmende Anpassungen in den verschiedensten Fischgruppen des Meeres und des Süßwassers, wenn die betreffenden Formen sich von Plankton ernähren. Die charakteristischen Merkmale von solchen Fischen sind ein auffallend kurzer Darm, ein ansehnlicher, mit Blindsack versehener Magen und vor allen Dingen eine Filtriervorrichtung an den Kiemenbögen. Sehr regelmäßig finden wir bei Fischen, welche sich von Pflanzen oder größeren Tieren ernähren, kurze dornartige Fortsätze auf den Kiemenbögen (Abb. 166). Diese Bildungen erhalten bei den planktonfressenden Formen eine besondere Bedeutung. Sie sind reichlicher in der Zahl und stark verlängert, und indem sie nebeneinanderstehend, eine Parallelreihe bilden, sperren sie wie ein Gitter den Raum ab, welchen das Wasser zu passieren hat, das von der Mundhöhle durch die Kiemen strömt. So stellen diese Bildungen einen Reusenapparat dar, mit dessen Hilfe die planktonfressenden Fische aus ihrem Atemwasser ihre Nahrung abfiltrieren; indem sie mit offenem Munde das Meerwasser durchschwimmen, erlangen sie zu gleicher Zeit ihre Nahrung und reines filtriertes Atemwasser für ihre Kiemen.

Man hat bisweilen vermutet, daß der Reusenapparat nur den letzteren Zweck habe, nämlich die Kiemen vor Verschmutzung zu schützen. Aber wir finden ihn vorwiegend bei Hochseebewohnern ausgebildet, die in klarstem Wasser leben und zwar, wie schon erwähnt, bei Formen der verschiedensten Gruppen, deren schlamm- und bodenbewohnende Formen keine derartige Filtrierungseinrichtung besitzen.

So findet sich ein wohl ausgebildetes Kiemenfilter bei dem riesigen planktonfressenden Haifisch Selache (Cetorhinus) maxima, der trotz der enormen Größe von 10 m, die er erreichen kann, sich ausschließlich von den kleinen Organismen des Planktons ernährt; ebenso bei Rhinodon, also bei den größten Haien. Diese Eigentümlichkeit teilen sie mit einer großen Anzahl kleiner und mittelgroßer Knochenfische des Meeres. Ich erwähne da nur

Digitized by Google

im Kleinen, wie im Großen, Gelegen- und Eigenes, das sich Herren und Knechte, Meister, Gesellen und Lehrlinge, Alle, die sich gute im Gewerbe, während A. Smith, Ricardo und Andere, welche die Arbeit als Ware betrachten, nur die Lehrlinge und Gesellen als Arbeiter gelten lassen. Die Arbeit ist nach ihnen eine Ware, welche der Arbeiter dem Kapitalisten verkauft, und der Arbeitslohn ist der Preis, welcher für diese Ware bezahlt wird. Diese Betrachtungsweise ist eine Erscheinung der letzten zwei Jahrhunderte, welche mit dem Aufkommen der Lohnarbeit in Verbindung steht. Sie ist nicht nur unrichtig, sondern auch gefährlich, weil sie die Arbeiter zu Sklaven des Kapitals macht. In Wahrheit ist Niemand von der Arbeitsleistung, welche sich ausschließlich auf Lohn gründet, so abhängig, wie der Arbeiter, der sich selbst Arbeitslohn zahlt. Darum sind Kapitalisten niemals mit so viel Haß, Neid und Mißtrauen verfolgt worden, wie Arbeiter, welche sich selbst Arbeitslohn zahlen. Die Arbeiter, welche sich selbst Arbeitslohn zahlen, sind die Bauern, Gärtner, Fischer, Jäger, Hirten, Handwerker, Künstler, Gelehrten, Aerzte, Advokaten, Beamten, Offiziere, Soldaten, Matrosen, Priester, Lehrer, Schriftsteller, Erfinder, Ingenieure, Architekten, Maler, Bildhauer, Musiker, Schauspieler, Sänger, Tänzer, Akrobaten, Clowns, Gaukler, Taschenspieler, Zauberer, Hexenmeister, Wahrsager, Astrologen, Astronomen, Mathematiker, Physiker, Chemiker, Naturforscher, Geologen, Mineralogen, Botaniker, Zoologen, Anatomen, Physiologen, Psychologen, Philosophen, Historiker, Philologen, Sprachforscher, Geographen, Statistiker, Nationalökonomen, Juristen, Theologen, Missionäre, Lehrer, Erzieher, Schriftsteller, Journalisten, Dichter, Romanschreiber, Novellisten, Poeten, Redner, Sänger, Komponisten, Musiker, Maler, Bildhauer, Architekten, Schauspieler

Fig. 90. Brücke über den Rhein-Rhone-Kanal bei Dannemarie.

Einen der Eisenbahnlinie nahen Vergleich zieht hierbei Line 4, zwischen Mayl und Dannemarie. Sie ist in Anlage, wie Richtung und sonstiger Charakter, nur allzu Vergleichen mit der Eisenbahnlinie Mayl-Dannemarie. Sie ist in Anlage, wie Richtung und sonstiger Charakter, nur allzu ähnlich. Auch hier wurde der Kanal in Einschnitten und auf Dämmen geführt, auch hier wurden die Straßen durch Brücken und Durchlässe, auch hier Wege durch Überführungen und Durchlässe gekreuzt. Die Brücken sind, wie bei der Eisenbahnlinie Mayl-Dannemarie, in Bruchstein und massiven Quadern ausgeführt. Auch Brücken, welche Eisenbahnlinien und Kanal kreuzen, sind vorhanden. Sie sind von der Eisenbahnlinie Mayl-Dannemarie nicht zu unterscheiden. Auch hier sind Brücken vorhanden, welche Eisenbahnlinien und Kanal kreuzen, wie bei der Eisenbahnlinie Mayl-Dannemarie. Sie sind von der Eisenbahnlinie Mayl-Dannemarie nicht zu unterscheiden.

Dagegen weicht man in Linie Anlage, daß die Bauart, endlich sind von Interesse Schleusen, Schleusenwärterhäuser, Brücken, welche Eisenbahnlinien und Kanal kreuzen, Überführungen und Durchlässe. Die Schleusen, welche man in ungewöhnlicher Regelmäßigkeit bei jeder größeren Ortschaft findet, sind in Stein gebaut, haben in ihren Hauptmaßen eine gesamte Durchschnittslänge von 40 m, eine

Fig. 91. Ein Teil der Brücke über den Rhein-Rhone-Kanal bei Dannemarie, welche die Eisenbahnlinie Mayl-Dannemarie kreuzt. Die Brücke ist in Bruchsteinmauerwerk mit Quaderverkleidung ausgeführt. Die Brücke hat eine Lichtweite von 10 m und eine Pfeilhöhe von 5 m.

Eisenholz bes. Zeichnungen. Diese Art ist ebenfalls ein Baum, der 60 Fuß hoch wird, und dessen Holz ebenfalls sehr hart ist. Die Blätter sind länglich, ganz, ohne Einschnitte, und stehen wechselsweise. Die Blüthen stehen in Trauben, sind weiß, und haben einen angenehmen Geruch. Die Früchte sind eine Art Nuß, welche Blätterhülsen enthalten. Die Rinde wird in Madagascar auch zu Stricken gebraucht, und ist sehr stark. Die Blätter sind ein gutes Futter für Rindvieh.

Fig. 181. Wau (Calophyllum Inophyllum). Nach Blanco.

Wau. Calophyllum Inophyllum. Linné. Diese Art hat ihren Namen von der vollkommen glatten Rinde, welche der Baum in gelblicher oder grüner Farbe hat. Er wird 60 Fuß hoch, und sein Holz ist sehr hart. Die Blätter sind ungefähr 4 Zoll lang, und 2 Zoll breit, eyförmig, ganz, und stehen gegenüber. Die Blüthen stehen in Trauben, sind weiß, und haben einen angenehmen Geruch. Die Früchte haben die Größe einer Kastanie, sind rund, und enthalten eine Nuß, welche Blätterhülsen enthält. Die Rinde wird in Madagascar auch zu Stricken gebraucht, und ist sehr stark. Die Blätter sind ein gutes Futter für Rindvieh.

Tacamahaca. Calophyllum Tacamahaca. Willd. Diese Art hat ihren Namen von dem Harze, welches sie ausschwitzt. Sie wächst in Madagascar, wo sie Baume genannt wird. Ihre Blätter sind länglich, ganz, und stehen gegenüber. Die Blüthen stehen in Trauben, sind weiß, und haben einen angenehmen Geruch. Die Früchte haben die Größe einer Kastanie, sind rund, und enthalten eine Nuß, welche Blätterhülsen enthält. Die Rinde wird in Madagascar auch zu Stricken gebraucht, und ist sehr stark. Die Blätter sind ein gutes Futter für Rindvieh.

Fig. 182. Tacamahaca (Calophyllum Tacamahaca). Nach Blanco.

Calaba. Calophyllum Calaba. Jacq. Diese Art hat ihren Namen von dem Harze, welches sie ausschwitzt. Sie wächst in Madagascar, wo sie Baume genannt wird. Ihre Blätter sind länglich, ganz, und stehen gegenüber. Die Blüthen stehen in Trauben, sind weiß, und haben einen angenehmen Geruch. Die Früchte haben die Größe einer Kastanie, sind rund, und enthalten eine Nuß, welche Blätterhülsen enthält. Die Rinde wird in Madagascar auch zu Stricken gebraucht, und ist sehr stark. Die Blätter sind ein gutes Futter für Rindvieh.

Infanterie weiten kann durch die Kirchhöfe verlegt wird. Bei dieser für den Kriegsfall wichtigen Frage darf man die Kirchhöfe nicht vergessen, in der Ausgestaltung der Wehr in ruhiger Friedenszeit, wie in der Hast des Kampfes. Es ist ein Glück, daß die Mehrzahl der Kirchhöfen heute in der Nähe der Kirche, wie in der Nähe der Kirche, wie in der Nähe der Kirche, wie

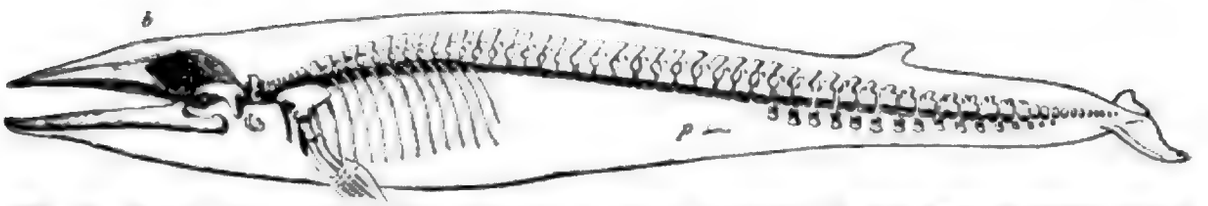


Abb. 173. Skelett und Umriß des Blauwals (Balaenoptera musculus L.). Man beachte das flache Gaumendach. *b* Lage der Nasenlöcher, *p* Lage des Beckenrudiments. Verkl. ca. $^1/_{100}$. Nach dem Guide des British Museums.

Den Glattwalen stehen die Furchenwale (Abb. 172 und 173) gegenüber, auch Finnwale genannt, da sie im Gegensatz zu den Glattwalen eine „Finne", d. h. eine unpaare Rückenflosse besitzen (vgl. Abb. 172). Sie haben viel kürzere Barten von nur etwa 1 m Länge. Dafür zeigen aber diese Formen eine sehr erhebliche Erweiterungsfähigkeit der Munddöhle. An ihrer Bauchseite sieht man von der Mundregion aus sehr auffällige Falten und Furchen ziemlich weit nach hinten ziehen (Abb. 172). Es sind dies die sogenannten Bauchfurchen oder Kehlfurchen. Die Furchen sind ein Ausdruck der Erweiterungsfähigkeit der Mundhöhle. Sie werden zum Teil ausgeglichen, wenn die Zunge nach unten gedrückt wird, und die sie umgebende sehr ausdehnbare elastische Haut trägt beim Schließen des Mundes dazu bei, die Zunge in ihre ursprüngliche Lage zurückzubringen.

Die Glattwale ernähren sich vorwiegend von kleinen Planktonorganismen, kleinen Krebsen und Mollusken; um von diesen eine genügend große Menge zu erbeuten, brauchen sie eine ganz besonders vollkommene Filtrierungseinrichtung. Die Furchenwale dagegen leben von etwas größeren Planktontieren, zu deren Erbeutung ein etwas unvollkommenerer Apparat genügt. Als Hauptnahrung des Grönlandwals (Balaena mysticetus L. Abb. 171) wird Clio borealis, Limacina arctica (Pteropoden, Planktonmollusken) und das sogenannte Walfischaas oder Kril, die Boreophausia (Thysanopoda) inermis (Kroyer), ein Planktonkruster angegeben. Die gleiche Ernährungsweise hat auch der Nordkaper (Eubalaena glacialis (Bonnaterre)) (Abb. 170). Diese großen Glattwale gehören aber jetzt bereits zu den seltenen Tieren, und die hauptsächlich gejagten Wale sind heutzutage die Furchenwale oder Finnwale. Sie nähren sich zwar vorwiegend ebenfalls von planktonischen Mollusken und Krebsen, so der Buckelwal (Megaptera boops (Fabr.)), der im Nordatlantik Thysanopoden (Walfischaas) und Nyctiphanes norvegicus frißt, ferner der Blauwal (Balaenoptera musculus (L.)) (Abb. 172 und 173), in dessen Magen man bis zu 1200 Liter Walfischaas gefunden hat. Ferner gehört hierher der Seihwal (Balaenoptera borealis Lesson), der übrigens ein ganz besonders feines Bartenfilter besitzt und entsprechend kleine Formen einfängt. Einzelne der Finnwale, wie der Buckelwal, fangen aber bereits kleinere Fische, und der Zwergwal (Balaenoptera rostrata (Fabr.)) fängt sogar in den Fjorden Norwegens hauptsächlich kleine Fische, besonders Mallotus arcticus. Der Finnwal (Balaenoptera physalus (L.)) ist ebenfalls vorwiegend ein Fischfresser, wenn er auch eifrig Kril fängt. Doch ist seine Hauptnahrung die Lodde (Osmerus arcticus), ebenfalls ein Fisch.

Zum Schluß unserer Betrachtungen über die planktonfressenden Tiere wollen wir diejenigen Formen erörtern, welche mit so feinen Filtrierapparaten versehen sind, daß sie jene minimalen Organismen zu fangen vermögen, die man nach dem Vorschlag Lohmanns als Nannoplankton zusammenfaßt. Es sind das Organismen, welche so klein sind, daß sie durch die feinste Müllergaze, die man zur Anfertigung von Planktonnetzen verwendet, glatt durchpassieren. Trotz ihrer Kleinheit müssen sie eine nicht unbeträchtliche Rolle im Stoffwechsel des Meeres spielen; denn viele von ihnen sind mit Chromatophoren versehen und

Digitized by Google

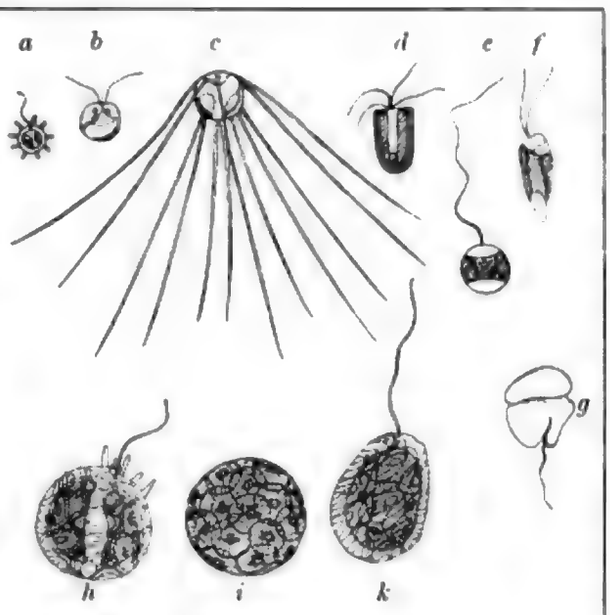


Abb. 174.
Vertreter des Nannoplanktons.
a Chrysomonadine sp. 4 μ *b* Chrysomonadine sp. *c* Meringosphaera divergens Lohm. 7 μ, *d* Carteria sp., *e* Chrysomonadine sp., *f* Rhodomonas pelagica Lohm., *g* Gymnodinium sp., *h*—*i* Coccolithophoriden, *h* Syracosphaera pulchra Lohm., *i* Schale von Coccolithophora, *k* Coccolithophora wallichi Lohm., *l* Halteria rubra Lohm., *m* Gehäuse von Tintinnopsis nana Lohm.
Alle stark vergr. 1000—4000 fach. Nat. Größe 4—10 μ.
Abb. *i* nach Carter, alle anderen nach Lohmann.

imstande, mit Hilfe des Sonnenlichtes auf synthetische Weise organische Substanz aufzubauen, und sie finden sich in sehr großen Massen.

Sie dienen einer ganzen Menge von Planktontieren als Nahrung. Um sie zu erbeuten, brauchen jene Tiere aber ganz besondere Einrichtungen. Am eigenartigsten sind diese Fangapparate ausgebildet bei den Appendikularien, kleinen hammerförmigen durchsichtigen Organismen, welche zu den Tunikaten gehören und im Plankton eine große Rolle spielen. Gewisse Appendikularien, die Oikopleuren, bilden nämlich um ihren Körper herum eigenartige Gehäuse, in deren Inneren sitzend, sie durch die Bewegung ihres Schwanzes Wasserströmungen erzeugen, die ihnen frisches Atemwasser und gleichzeitig alle möglichen Organismen als Beute zuführen.

Die Gehäuse entstehen als epitheliale Ausscheidung der Hautzellen des Tieres und quellen nachträglich zu einer gallertartigen Substanz auf. Einige Gruppen von Hautzellen bilden nun ganz kompliziert gebaute Apparate, welche, obwohl sie tote Ausscheidungen sind, durch ihre komplizierte Struktur eine sehr wichtige Rolle im Leben der Appendikularien spielen. Bei Oicopleura albicans Leuck. ist das ganze Gehäuse, wie es auf der Abbildung S. 176 dargestellt ist, an dem einen Ende schnabelartig zugespitzt, während der etwa eiförmige Körper am Hinterende mit einigen Fortsätzen versehen ist. Daß letzteres das Hinterende ist, erkennen wir an der Stellung des Tieres und an der Bewegungsrichtung des ganzen Gebildes. Der Schwanz des Tieres ist nämlich diesem Hinterende zugewendet, und die durch sein heftiges Schlagen erzeugte Wasserbewegung treibt das Gehäuse beim Schwimmen in der Richtung des Schnabels vorwärts.

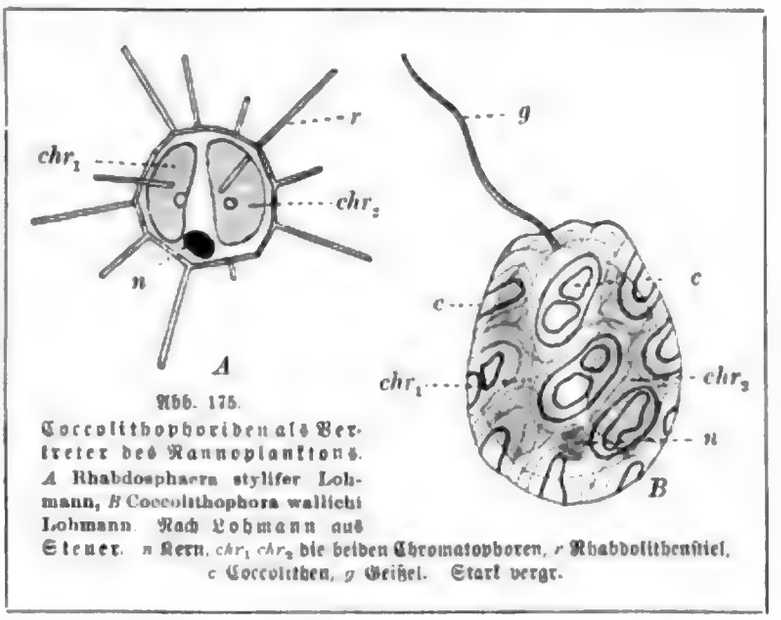


Abb. 175.
Coccolithophoriden als Vertreter des Nannoplanktons.
A Rhabdosphaera stylifer Lohmann, *B* Coccolithophora wallichi Lohmann. Nach Lohmann aus Steuer. *n* Kern, chr_1 chr_2 die beiden Chromatophoren, *r* Rhabdolithenstiel, *c* Coccolithen, *g* Geißel. Stark vergr.

An der Oberseite des Vorderendes befindet sich nun einer der Apparate, den einige ober-

Digitized by Google

Stadtes gegeben (photographische Aufnahme von Phot. Stihl). Es befindet sich zwei Treppen, wenig links vom in Abbild. 1 sichtbaren Thurme. Die Treppen führen zu einer Thür, die in einen Raum führt, der sich über dem Thore befindet. Dieser Raum ist sehr niedrig, und man kann sich nur gebückt darin bewegen. Er ist ganz leer und ohne Fenster.

Die Bürgerschaft besaß ein Gilde, aus der Abgeordnete von Jenen bei Städtetagen erscheinen durften. Diese Gilde hatte ihr Gildehaus, das noch heute steht, und das man angeblich von großem Interesse sein soll. Meine Literatur, Bädeker, Lübecker,

Ansicht von Visby. Links vom Thurme befindet sich das Thor, das in den Raum führt, der sich über dem Thore befindet. Dieser Raum ist sehr niedrig, und man kann sich nur gebückt darin bewegen. Er ist ganz leer und ohne Fenster. Photographische Aufnahme von Phot. Stihl.

Baedeker-Museum Hannover, die mir sonst gute Dienste leistet, schweigt sich über dieses Gildehaus. Wir Hannoveraner. Ein solches sah ich in großen Mengen in Wisby. Es ist ein Haus, das sich von den übrigen Häusern durch seine Größe auszeichnet. Es hat drei Stockwerke, ist massiv. Ein Haus, welches sich gerade Bürgerwohnhaus heißt, hat höchstens hoch allenfalls drei normale Wohnungen übereinander. Die alte Bürgerschaft Wisbys, die Gildebrüder, die Ratsherren, die Bürgermeister, die Schöffen, die Vorsteher der Kirchen, wohnte noch bis hinein in die Reformationszeit ungefähr(ganz) so, wie damals, wenn sie gewöhnliche Leute waren, wie sie es heute noch thun. Ein Gildehaus ist nichts anderes als eigentlich ein Bürgerhaus, nur ist es größer. Es hat mehr Stockwerke, mehr Zimmer, mehr Räume. Es ist ein Gildehaus, weil Versammlungen der Gildebrüder darin stattfinden. Es ist ein Gildehaus, weil Gildebrüder darin wohnen. Es ist ein Gildehaus, weil Gildebrüder darin ihre Gastmähler halten

kunſtvolle Werk neu abzuſcheiden. Aber auch, wenn das Gehäuſe noch friſch iſt, verläßt ſie es ſehr raſch bei jeglicher Beläſtigung durch Feinde, und zwar durch eine beſondere Fluchtöffnung, die ſich vorn unten, unterhalb des Schnabels findet (Abb. 176B). Die Waſſerſtrömung wird zur Fortbewegung des Tieres benützt, indem durch ſtarkes Schlagen des Schwanzes ein heftiger Waſſerſtrom erzeugt wird, welcher an der mit Fortſätzen umſtandenen Öffnung des Hinterendes (Abb. 176C) das Gehäuſe verläßt und es durch Rückſtoß vorwärts treibt.

Das Gitter der Gitterfenſter hat Löcher, deren Breite von 9—46 μ, deren Länge von 65—127 μ[1]) ſchwankt. Es ſind das Öffnungen, welche feiner ſind als diejenigen der feinſten Müllergaze, aus der man die Planktonnetze verfertigt.

Die kleinen und kleinſten Tiere des Planktons werden noch von einer Reihe anderer Organismen gefreſſen, welche zum Teil ebenfalls mit Filtriervorrichtungen ausgeſtattet ſind, alle aber jedenfalls mit den Appendikularien das gemein haben, daß ſie ihre Beute durch Erzeugung eines Waſſerſtroms zu ſich heranſtrudeln. Es gehören zu ihnen vor allem pelagiſche Infuſorien, wie die Tintinnen, alle möglichen Larvenformen, kleine Cölenteraten, Salpen, Pteropoden uſw. Bei ihrer aller Ernährung ſpielt ferner der überall im Meer vorhandene Detritus eine nicht unweſentliche Rolle. Derſelbe beſteht aus anorganiſchem und organiſchem Material. Er iſt ſtets viel reichhaltiger in der Nähe des feſten Landes, von Flußmündungen, von Vulkanen uſw. Die anorganiſchen Beſtandteile werden von den Tieren gelegentlich mit aufgenommen, ſind aber wohl bei der Ernährung unweſentlich. Viel wichtiger ſind die organiſchen Teile des Detritus. Das ſind alle möglichen Tierleichen und toten Pflanzenbeſtandteile, ferner die abgeworfenen Häute der ſich ſo häufig häutenden Kruſtazeen und viele Larvenformen des Planktons. Dazu kommen Appendikulariengehäuſe und Fäkalien von den verſchiedenſten Tieren uſw. Alle dieſe Maſſen ſind von einer Menge von Mikroorganismen bevölkert, von Bakterien, Diatomeen, Protozoen, welche ein wertvolles Nährmaterial für viele Tiere darſtellen.

Von dem ungeheuren Kampf, der ſich in dem klaren Waſſer des Meeres zu jeder Stunde abſpielt, ſinken mit dieſen Detritusmaſſen unendliche Mengen von Leichen und Leichenteilen in die Tiefe hinab. All das bildet einen „Organiſchen Regen", der ſich langſam in die Tiefe hinabgießt und der für das Leben in den Abgründen des Meers eine unberechenbare Bedeutung beſitzt.

Erinnern wir uns an das, was wir früher Seite 22 über die Grundlagen des Stoffwechſels im Meer gehört haben. Wir ſahen damals, daß die Pflanzenwelt im freien Waſſer des Meeres nur bis auf wenige hundert Meter Tiefe hinabgeht. Unterhalb alſo von etwa 800 Metern kann es nur mehr Raubtiere, Aas- und Detritus-Freſſer geben. Eine Schicht der Pelagiſchen Fauna hängt ſozuſagen unten an der nächſt vorhergehenden und ſaugt aus derſelben Nahrung. Diejenigen Tiere, welche oben im Licht von den Pflanzen, der Urnahrung, genährt worden ſind, bieten ihre Leiber den unter ihnen wohnenden Räubern dar. Dieſe wiederum müſſen ſelber die Beute von ebenfalls räuberiſchen Tieren werden, welche noch tiefer als ſie wohnen, und ſo muß im freien Ozean eine Schicht unter der andern hauſen, wobei immer eine von der andern abhängig iſt.

1) 1 μ = $^1/_{1000}$ mm.

Digitized by Google

9. Sessile Tiere.

Da die Pflanzen der Oberfläche für alle Bewohner der tieferen Zonen das Baumaterial zum Aufbau der Körper liefern müssen, so ist es verständlich, daß in den tiefen Becken der Ozeane die Fauna, je tiefer wir hinabkommen, um so spärlicher wird. Wo nur Räuber hausen, da muß eine unabläſſige Dezimierung ſtattfinden, und der organiſche Regen, der als Nahrungsquelle für Aas- und Detritusfreſſer herabrieſelt, muß ja ſchon ſehr ausſortiert ſein, bis er in die großen Tiefen hinabkommt. Unten aber, am Boden des Meeres, da kann wieder eine Anreicherung der aus dem organiſchen Regen ſtammenden Nährmaterialien ſtattfinden. Und ſo finden wir denn in den großen Ozeanen nach einer relativ tierarmen Zone in der Nähe des Bodens wieder eine Zunahme der Tierwelt. Am Boden hauſen Tiere ganz beſonderer Art. Das ſind vor allem Schlamm- und Detritusfreſſer, welche aus dem, was die andern übriggelaſſen haben, noch das Beſte herauszuſuchen wiſſen. Unter ihnen wollen wir eine Gruppe jetzt zunächſt ins Auge faſſen, und zwar die feſtgewachſenen, die „ſeſſilen Tiere".

Sie ſpielen eine verhältnismäßig große Rolle unter den Bewohnern der größten Tiefen, und wenn wir in geringere Tiefen aufſteigen, ſo ſehen wir ſie eine immer größere Rolle ſpielen. Je weniger Schichten des Ozeanwaſſers er hat durchrieſeln müſſen, um ſo nahrungsreicher iſt natürlich der organiſche Regen. In den kleinen und mittleren Tiefen iſt er noch nicht durch eine ſo große Menge hungriger Mäuler hindurchfiltriert worden, und ſo enthält er noch ſehr große Maſſen nutzbarer Subſtanzen, welche geeignet ſind, einer Unmenge von Tieren das Leben zu friſten. Je ausgiebiger der organiſche Regen iſt, deſto reicher iſt die Fauna ſeſſiler Tiere, die ihn erwartet. An Stellen, wo durch beſondere Bedingungen, z. B. infolge des Zuſammentreffens verſchiedener, vor allem verſchieden temperierter Strömungen, wobei die Miſchung des warmen und kalten Waſſers den Tod vieler zarter Organismen zur Folge hat, Mengen organiſcher Materie zum Boden des Meeres niederrieſeln, da ſehen wir die Tiere wuchern und ſprießen wie in einem tropiſchen Urwald. Und wie im tropiſchen Urwald die Bäume ſich gegenſeitig überragen, die Lianen klettern, die Epiphyten ſich gegenſeitig überwachſen, um im Kampf um das Licht einander den beſten Platz ſtreitig zu machen, ſo reckt ſich in der Tiefe des Waſſers alles dem organiſchen Regen entgegen.

Die beiden Abbildungen 177 u. 178 geben uns eine Vorſtellung davon, wie bei dieſem Kampf ein Organismus den andern zu überwuchern trachtet, und welche Fülle verſchiedenartiger Tiere an reichen Stellen in geringen Tiefen an dieſem Kampf beteiligt ſind.

Es iſt merkwürdig, wieviel Tiere es gibt, welche die für den Laien auffälligſte Eigentümlichkeit tieriſchen Lebens, nämlich die freie Beweglichkeit, aufgegeben haben. Solche Tiere erinnern wie in ihrer Lebensweiſe ſo auch in ihrem Ausſehen in überraſchender Weiſe an Pflanzen, und es iſt kein Wunder, daß die älteren Naturforſcher ſie für Pflanzen hielten oder doch für Übergangsformen zwiſchen Tieren und Pflanzen. Der alte Name, unter dem viele ſeſſile Tiere zuſammengefaßt wurden, Zoophyten oder Pflanzentiere, hat, wie wir ſehen werden, ein gut Teil Berechtigung.

Seſſile Tiere finden ſich nur im Waſſer, und zwar ſowohl im Meer als im Süßwaſſer. In beiden Lebensgebieten, aber vor allem im Meer, ſind ſie außerordentlich arten- und individuenreich. Da ſehen wir in den ſeichten Gebieten ganze Wälder von Röhrenwürmern, Schwämmen, Aktinien, in etwas größerer Tiefe ſolche von Horn- und Steinkorallen und in den großen Tiefen ſolche von ſeltſam abgeänderten Tiergeſtalten aus allen möglichen Gruppen.

Digitized by Google

Plate 111. Rocky Mountain Pitcher Plant (Sarracenia Purpurea). Mountain Bog Violet (Viola Nephrophylla). Mountain Bog Orchis (Habenaria Hyperborea). Mountain Bog Orchis (Habenaria Dilatata). Mountain Bog Orchis (Habenaria Obtusata). Mountain Bog Orchis (Habenaria Rotundifolia). Mountain Bog Orchis (Habenaria Viridis). Pink Lady's Slipper (Cypripedium Acaule). Yellow Lady's Slipper (Cypripedium Parviflorum). Showy Lady's Slipper (Cypripedium Spectabile). Rose Pink. Pink Lady's Slipper (Cypripedium Acaule).

Fahren wir in einem Kahn über diese Wiesen oder Wälder dahin, so sehen wir sie im klaren Wasser in einer oft unbeschreiblichen Pracht ihre Kronen und zarten Kelche entfalten. Unwillkürlich vergleichen wir sie mit Blumen und geben ihnen die schönsten Namen, welche unsere Phantasie ersinnen kann. Sie wachsen auf Ästen und Zweigen, die uns an Bäume und Büsche erinnern; wo sie dem Wellengang zugängig sind, da beugen und wiegen sie sich unter dessen Druck wie die Pflanzen unter dem Hauch des Windes.

Wenden wir unsere Gedanken von diesen Blumengärten des Wassergrundes dem Lande zu, so konstatieren wir mit Erstaunen, daß die sessilen Tiere ausschließlich Wasserbewohner sind, daß sie keine Vertreter auf dem festen Lande haben. Zwar haben wir bei den räuberischen Tieren der Landfauna manche Formen kennen gelernt, welche träge an einem Orte verharren und ihre Beute zu sich heranlocken, so die Spinnen, Gespensterheuschrecken und Ameisenlöwen. Sie waren nur Ausnahmen und in ihrer Gebundenheit an den Ort weit entfernt von der Art der Anpassung, die uns bei den sessilen Tieren entgegentritt. Denn unter diesen verstehen wir ja Tiere, welche dauernd oder doch für einen großen Teil ihres Lebens an einer Unterlage festgewachsen oder festgeheftet sind. Natürlich fragen wir uns nach den Ursachen, welche es bedingen, daß am Land keine sessilen Tiere vorkommen.

Die Tiergruppen, denen die sessilen Tiere angehören, sind meist ihrer ganzen Organisation nach ans Wasser gebunden. Diejenigen Tiergruppen, welche am Land zu leben vermögen, haben auch im Meer nur wenige sessile Formen ausgebildet. Meist sind die Landtiere Formen, welche zu ihrer Fortpflanzung der Begattung und zwar der Kreuzbefruchtung bedürfen. Die Natur hat keine Methoden ausgebildet, um die Verbreitung der Spermatozoen solcher Tiere in der Luft zu ermöglichen, doch wäre diese Schwierigkeit wahrscheinlich zu überwinden gewesen, wenn die Ernährungsverhältnisse in der Luft günstiger wären. Denkbar wären ja immerhin Tiere, welche nach Art der insektenfressenden Pflanzen, ohne sich vom Orte zu bewegen, ihre Opfer anlockten und bewältigten. Aber auch bei jenen Pflanzen genügt ja die Menge der erbeuteten Insekten nur als Zutat zur Nahrung. Vielleicht sind also die Ernährungsschwierigkeiten unüberwindlich gewesen. Jedenfalls gibt es keine sessilen Landbewohner.

Es gibt außer den Wirbeltieren keinen Tierkreis, der nicht festsitzende Formen enthielte. Im Wasser finden wir sie schon unter den Protozoen. Da wären gestielte Sonnentierchen (z. B. Clathrulina elegans und Wagnerella borealis), viele gestielte Flagellaten, ferner Infusorien wie die Trompetentierchen (Stentor), die Vortizelliden (Vorticella, Carchesium, Epistylis, Cothurnia etc.), schließlich die Sauginfusorien oder Acineten zu nennen.

Die Schwämme sowohl des Meeres als auch des Süßwassers sind alles festsitzende Tiere, welche bald als Krusten der Unterlage angeschmiegt sind, bald als Säulen oder verzweigte Stämme sich ins freie Wasser erheben. Unter den Nesseltieren sind alle Polypen, die ungeschlechtliche Generation vieler Medusen und alle jenen Formen, welche man als Blumentiere (Anthozoen) bezeichnet, hierher zu rechnen. Die gewaltigen Massen, aus denen die Korallenriffe bestehen, sind das Werk der Lebenstätigkeit von Korallenpolypen. Der Kalk, den sie in ihrem Körper ausscheiden, setzt ganze Inseln und ungeheuere Riffe zusammen, welche die Ränder der Kontinente einsäumen und unendlich viele Schiffe schon zum Untergang gebracht haben. Von der vielgestaltigen Erscheinungsweise solcher Korallenriffe, an deren Aufbau ganz verschiedene Arten beteiligt sein können, bieten einige Bilder Beispiele, welche auf den beistehenden Seiten wiedergegeben sind. Von der Tiefe herauf bauen die Polypen gewaltige Mauern und Schichten, deren untere Teile nur mehr abgestorbene Reste, die Skelette der Tiere enthalten. Oben aber wächst die Masse der Polypen in pflanzen-

Digitized by Google

Die Meraner Laubengänge. Nach einer Photographie von Ad. Braun & Co. in Dornach.

Nach der Natur gezeichnet von Fr. Perlberg.

ruhigen Residenz meran, die nicht an den Wiederkehr, dort in Saus & Braus, sich gewöhnen kann, sondern ihre Ruhe und Beschaulichkeit sich bewahrt hat.

Auf den Promenaden über den Talgrund, auf den Bergen und Höhen, durch die Gassen der Städtchen, die in ihren ganzen Reiz und Eigenart typisch sind, kann man sich ungestört ergehen, ohne daß man sich in Gefahr befindet, mit Equipagen, Automobilen, Reitern und Radlern, Touristen und Touristinnen in Berührung zu kommen. Diese Ruhe und Beschaulichkeit, Einsamkeit, die so manchen Besucher Merans, der sich in Gesellschaft befindet, stört, ist es, was Meran so sehr anziehend macht für diejenigen, die Ruhe suchen, die Natur genießen wollen, die sich gern in ihren Gedanken verlieren. Und in Meran und Umgebung ist es leicht, sich in Gedanken zu verlieren, denn es ist alles so ruhig, so friedlich, so einsam.

Dergestalt Meran und die ganze Umgegend zwischen Vinschgau und Etschtal, Meran und Bozen, Meran und Brixen, Meran und Sterzing, Meran und Passeier, Meran und Ultental, Meran und Nonsberg. Ist der ganzen Natur und dem Leben Ruhe und Beschaulichkeit eigen, so ist auch Meran und Umgebung, wie sie sich dem Besucher darbietet, ein Ausdruck von Ruhe und Beschaulichkeit, ein Ausdruck, der sich in allen Einzelheiten wiederfindet.

Abb. 104. Nordlicht-Bogen mit Strahlen-Büschel, Nordlicht-Wolke und Nordlicht-Flecken. Beobachtet in Bossekop, Alten, Norwegen, am 1. Februar 1904, 10 Uhr 30 Min. abends. Nach einer Photographie von Dr. Lucien Rudaux.

ihren Ausgangspunct im Osten verbringen, und weiche vielmehr für den Vorübergang auf dem Meridian nach Süden hin zurück.

Beinahe jeweilen, gegen Ende Novembergs beginnen Nordlichter-Bewegungen, die bis tief in den Winter hinein ununterbrochen sich fort setzen. Im Januar 1904 die prachtvollste in der Nordlichtung, die ich je gesehen habe. Ich hatte mich, wie gewöhnlich, gegen 10 Uhr abends zu Bette gelegt, und bemerkte gegen 10½ Uhr durch mein Schlafzimmer-Fenster, Nordlicht. Es war, 5° bis 6° hoch über Nord stehen, und hat langsam, fast Minuten lang gedauert, und war, wenn ein Zwischenraum sich bot, zwischen Wolken-Streifen zu sehen. Ich stand auf, und ging in mein Wohnzimmer, um dort das Nordlicht durch das Fenster besser sehen zu können. Dieses Fenster hatte drei Abtheilungen. Die Mittlere mit Nord-Fenster, die Rechte nach Nordost und die Linke nach Nordwest. Die Mittlere mit Nord-Fenster, die Rechte nach Nordost und die Linke nach Nordwest. Die Mittlere mit Nord-Fenster hatte eine Breite von ungefähr 1½ m, meine Höhe 1,80 m und ich befand mich 2 m von dem Fenster entfernt. Die Nordlicht-Bewegungen, die ungefähr 2 m über Nord-Horizont sich erhoben, waren so gross, dass ich, um sie ganz zu sehen, mich auf einen Stuhl stellen musste.

Der Nordlicht-Bogen war folgender: Er, war von einem Nord-Fenster-Pfeiler zu jenem Pfeiler, der westlichen Fenster, ganz gleichmässig ausgespannt, verlief von Ost-zu-West ganz horizontal, und hatte eine Breite von 1° bis 1½°. Seine Farbe war ein prachtvolles Grün, und seine Helligkeit war so gross, dass ich, ohne Licht anzuzünden, meine Uhr ablesen konnte. Ich sah, wie dieser Nordlicht-Bogen sich entwickelte, er war ganz gleichmässig, und verlief, ohne Strahlen-Büschel, ohne Nordlicht-Wolke, ohne Flecken, ohne Nordlicht-Bewegungen, ohne Nordlicht-Wellen, ohne Nordlicht-Strahlen, ohne Nordlicht-Schleier, ohne Nordlicht-Vorhänge, ohne Nordlicht-Krone, ohne Nordlicht-Corona, ohne Nordlicht-Spirale, ohne Nordlicht-Spalten, ohne Nordlicht-Bänder, ohne Nordlicht-Streifen, ohne Nordlicht-Schatten, ohne Nordlicht-Lichtstrahlen, ohne Nordlicht-Schlangen, ohne Nordlicht-Zacken, ohne Nordlicht-Ausläufer, ohne Nordlicht-Fransen, ohne Nordlicht-Gewebe, ohne Nordlicht-Netze, ohne Nordlicht-Gitter, ohne Nordlicht-Wirbel, ohne Nordlicht-Ringe, ohne Nordlicht-Kreise, ohne Nordlicht-Segmente, ohne Nordlicht-Bögen, ohne Nordlicht-Pfeiler, ohne Nordlicht-Säulen, ohne Nordlicht-Wände, ohne Nordlicht-Vorhänge, ohne Nordlicht-Decken, ohne Nordlicht-Dächer, ohne Nordlicht-Kuppeln, ohne Nordlicht-Thürme, ohne Nordlicht-Zinnen, ohne Nordlicht-Mauern, ohne Nordlicht-Ruinen, ohne Nordlicht-Trümmer, ohne Nordlicht-Schutt, ohne Nordlicht-Staub, ohne Nordlicht-Asche, ohne Nordlicht-Rauch, ohne Nordlicht-Dampf, ohne Nordlicht-Nebel, ohne Nordlicht-Wolken, ohne Nordlicht-

Funktion als Deckelhalter übernommen hat. Die Gliedmaßen der Cirripiden ſind zur Bewegung vollkommen ungeeignet. Zwar bei den Larven, welche frei im Meere umherſchwimmen, dienten ſie als Fortbewegungsorgane. Aber ſobald das Tier ſich feſtgeheftet hat, haben ſie eine andere Funktion zu übernehmen. Sie bilden die Ranken, welche zuſammen vorgeſtreckt werden und eine Art Korb darſtellen, in welchem das Tier ſeine Nahrung auffängt.

Die Stachelhäuter bewegen ſich in der Hauptſache, wie das im erſten Band geſchildert wurde, mit Hilfe der Saugnäpfe ihrer Ambulakralfüßchen. Bei den feſtſitzenden Seelilien fehlen den Ambulakralfortſätzen die Saugnäpfe, ſo daß ſie zur Fortbewegung ganz ungeeignet ſind und anderen Funktionen dienen.

Unter den Neſſeltieren finden wir eine beſonders intereſſante Verſchiedenheit in der Ausbildung der Bewegungsmuskulatur. Und zwar tritt die Verſchiedenheit vielfach bei ein und derſelben Tierform in deren verſchiedenen Stadien uns entgegen. Die freibewegliche Meduſe, welche ſich von dem ſeſſilen Polypenſtock ablöſt, beſitzt eine energiſch kontraktile, quergeſtreifte Körpermuskulatur. Die ſeſſilen Polypen ihres Mutterſtockes ſind dagegen mit der trägeren glatten Muskulatur verſehen.

Wie die Bewegungsorgane, ſo ſind auch die Sinnesorgane bei ſeſſilen Tieren vielfach zurückgebildet. Und zwar tritt uns der Unterſchied am auffälligſten entgegen, wenn wir freilebende mit ſeſſilen Formen einer und derſelben großen Tiergruppe vergleichen. Die freilebenden räuberiſchen Ringelwürmer ſind vielfach mit mächtigen, hochentwickelten Augen ausgeſtattet. Ihre feſtſitzenden Verwandten, die Röhrenwürmer, haben meiſtens gar keine Augen, oder dieſe ſtehen auf relativ niedriger Stufe. Jene Formen, welche ſelbſtändig ihre Beute erjagen müſſen, bedürfen hoher Sinnesfähigkeiten. Bei den ſeſſilen Tieren genügt eine einfache, einſeitig entwickelte Sinnesfunktion. Die Augen der Röhrenwürmer, die ſich manchmal in ganzen Reihen auf deren Kiemenfäden angeordnet finden, zeigen dem Tier nicht viel mehr als den Unterſchied von hell und dunkel an (z. B. bei Protula oder Sabella Abb. 177 u. 178). Fahren wir in einem Boot über eine unterſeeiſche Wieſe von Röhrenwürmern dahin, die ſich in einigen Metern Tiefe unter der Meeresoberfläche ausdehnt, ſo können wir vielfach beobachten, wie die farbenprächtigen Kiemenkronen der Würmer in dem Augenblick mit einem Ruck in die Röhre zurückgezogen werden und verſchwinden, in welchem der Schatten unſeres Bootes ſie trifft. Das Tier hat nicht unterſchieden, ob ein Feind oder eine als Nahrung geeignete Maſſe ſich naht. Der große und tiefe Schatten war ihm ein Signal, ſich in die ſchützende Röhre zu flüchten. Entſprechend ſehen wir bei anderen ſeſſilen Tieren die Augen niedrig organiſiert oder ſie fehlen überhaupt. Und zwar fehlen ſie ihnen auch, wenn ſie ſie als Larven beſaßen, wie die Bryozoen, die Brachiopoden und die Ascidien. Die Larve der Cirripedien beſitzt ein primitives Auge, das ſogenannte Naupliusauge und zu deſſen Seiten hochentwickelte paarige Augen. Bei der Metamorphoſe zum ſeſſilen Rankenfüßler werden letztere abgeworfen, erſteres bleibt in rudimentärem Zuſtand erhalten.

Stets finden wir als Ergänzung den Taſtſinn hoch entwickelt. Feſtſitzende Tiere beſitzen meiſt eine Fülle von Taſtpapillen, Fühlern, Tentakeln; Sitz des Taſtſinnes ſind die reichlich entwickelten Kiemen, Kopflappen, Rankenfüße, bei den Weichtieren die Siphonen, Rüſſel und Mantelränder.

Wie wir aus der niedrigen Organiſation der Muskulatur und der Sinnesorgane ſchon theoretiſch erſchließen können, iſt bei der Mehrzahl der ſeſſilen Tiere das Zentralnervenſyſtem ſchwach entwickelt.

Dagegen zeigen die Ernährungsorgane eine beſondere Spezialiſation und oft ſehr eigenartige Entwicklung.

Digitized by Google

Fig. 1. Pseudomonas syringae pv. syringae on leaves of Prunus laurocerasus

Nr. 1. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 2. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 3. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 4. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 5. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 6. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 7. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 8. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 9. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 10. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 11. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Nr. 12. Hexe. Mit Hexenbesen, Schlange, Eidechse, Kröte und Ratte. Nach einer Zeichnung von Hans Baldung Grien.

Digitized by Google

Solche Formen unterscheiden sich ganz außerordentlich auffällig von ihren freilebenden Verwandten. Es fehlt ihnen ein deutlich abgesetzter Kopf. Der Fangrüssel, welcher für viele frei bewegliche Anneliden so charakteristisch ist, und die kräftigen Kiefer, mit denen jene ihre Beute zerreißen, fehlen ihnen gänzlich. Sie brauchen ja keine derartigen Hilfsmittel, um sich ihrer Nahrung zu bemächtigen, die ihnen von selbst in den Mund regnet. Ähnliche Fangtrichter finden wir bei den Moostierchen, bei den seltsamen aberranten Formen der Gattungen Phoronis und Rhabdopleura, sowie in den spiraligen Mundarmen der Brachiopoden oder Muschelwürmer.

Sehr ähnlich sieht auch der Fangapparat der Rankenfußkrebse und der Seelilien aus. Beide aber verwenden noch aktive Bewegungen, um die Beute in den Mund zu bringen. Die Rankenfüßer strecken ihre Gliedmaßen in Form eines Trichterkorbs aus ihren Schalen hervor und ziehen ihn immer wieder von Zeit zu Zeit in die Schale ein, wenn das Netz genug Beute eingeheimst hat. Bei den Seelilien werden die gegliederten Arme mit ihren feinen Verzweigungen, den sogenannten Pinnulae, starr nach oben gestreckt und bilden zusammen einen regelrechten Trichterkorb. Feine Nahrungspartikel, welche in ihn hereinfallen, werden in Flimmerrinnen an der Oberseite der Pinnulae und Arme dem Munde, der am Grunde in der Mitte des Trichterkorbes gelegen ist, zugewirbelt.

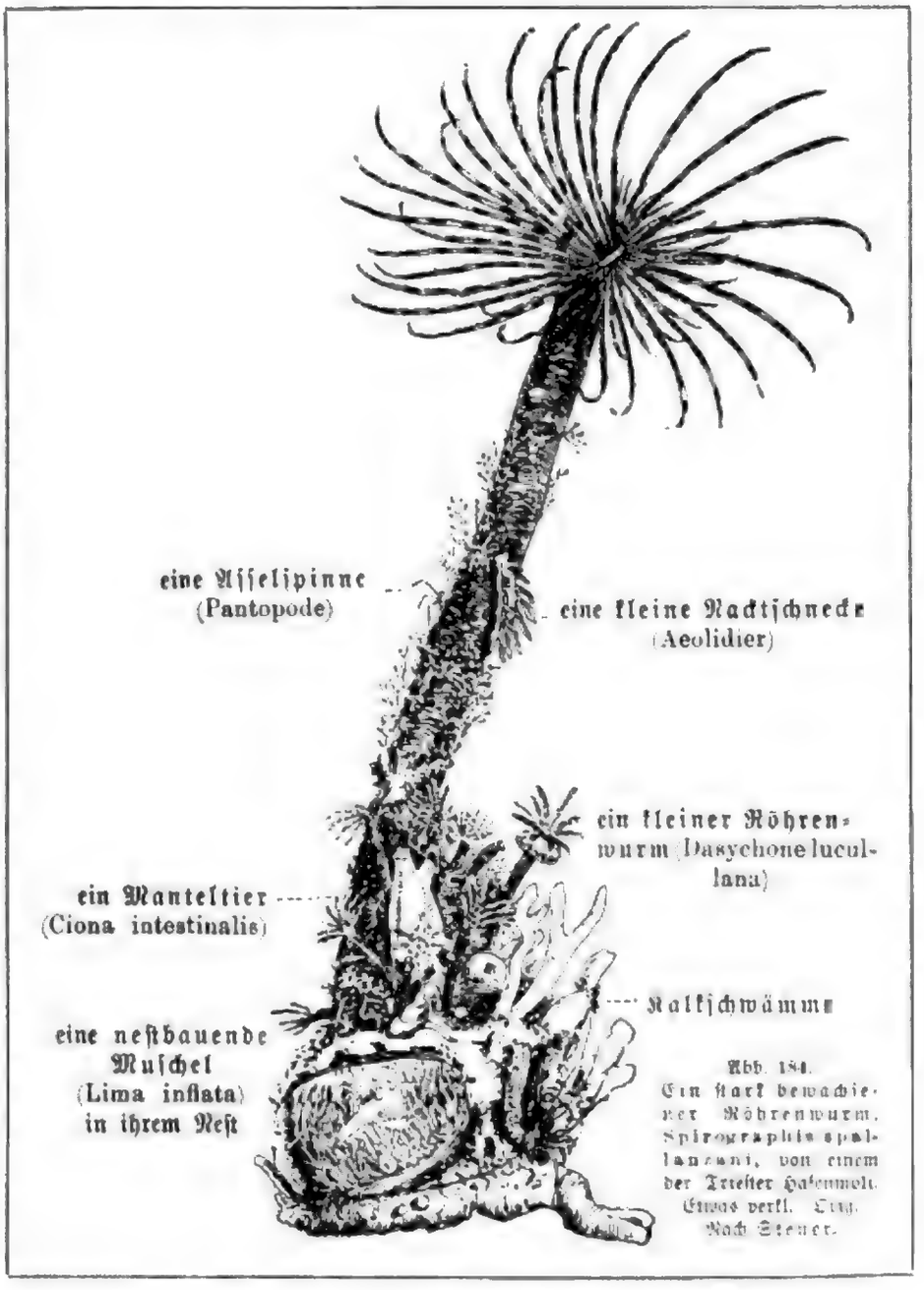


Abb. 184.
Ein stark bewachsener Röhrenwurm, Spirographis spallanzani, von einem der Triester Hafenmole. Etwas verkl. Orig. Nach Steuer.

Auch die Seewalzen oder Holothurien halten ihre ausgebreiteten Tentakeln dem Nahrungsregen entgegen, und bei manchen Formen, wie z. B. der Cucumaria mit ihren feinverzweigten Tentakeln, hat man beobachtet, daß dieselben von Zeit zu Zeit durch

den Mund gezogen und gleichsam abgeleckt werden. Die letztgenannten Formen unterstützten alle schon mehr oder minder die Tätigkeit ihres Fangapparates durch aktive Bewegungen.

Das ist in einem noch ausgesprocheneren Maße der Fall bei all jenen Formen, welche einen Strudelapparat ausgebildet haben. Schon im ersten Bande wurde auf Seite 265 für Protozoen die Ausbildung solcher Strudelapparate dargestellt, und schon damals konnte darauf hingewiesen werden, daß die Mehrzahl der strudelnden Protozoen zu den festsitzenden Tieren gehören.

Ganz ähnliche Strudelapparate wie jene haben nun auch zahlreiche vielzellige Tiere ausgebildet. Bei den Moostierchen z. B. ist der Fangtrichter hauptsächlich durch die Strudelwirkung seines Cilienbesatzes wirksam. Bei vielen anderen Formen wird ein Wasserstrom durch im Innern des Körpers gelegene Wimperzellen erzeugt und durch aufnehmende Öffnungen sowie Kanäle der Stätte der Verdauung zugeleitet. Dabei befindet sich an dem festsitzenden Tier immer ein System von ableitenden Kanälen und Ausströmungsöffnungen, welche das Wasser aus dem Körper wieder entfernen, das durch die Einströmungsöffnungen und die zuleitenden Kanäle hineingeführt worden ist. Bei der Passage ist es der brauchbaren festen Bestandteile entledigt worden und nimmt dafür Stoffwechselprodukte und Kot mit.

Ein sehr kompliziertes derartiges System besitzen z. B. die Spongien oder Schwämme, die das im ersten Band S. 277 geschildert wurde. Wie wirksam ihr Strudelapparat ist, was können wir daraus entnehmen, daß Spongien oft rein und sauber aus dichten Lagen von Schlamm herausragen, der ihre ganze Umgebung bedeckt. Doch auch bei viel höher stehenden Tieren finden wir ähnliche Einrichtungen. So sind die Ascidien oder Seescheiden durch eine charakteristische Ein- und Ausströmungsöffnung ausgezeichnet, die oft wie Kamine vom Körper hervorragen, und durch welche kräftige Ströme hindurchpassieren. Ganz analog diesen Formen besitzen die Muscheln Wimperzonen, welche mit Ein- und Ausströmungsöffnungen in Verbindung stehen, und die ganz besonders bei solchen Arten, welche ein relativ träges Leben führen, zu Siphonen entwickelt sind, die oft sehr beträchtliche Längen erreichen können. Charakteristische Beispiele dafür sind die Bohrmuscheln, die vielfach tief im Innern von Felsen sitzen und ihre organische Nahrung durch Heranstrudeln gewinnen. Daß die Muscheln allen Schmutz und Detritus zu sich heranstrudeln, erkennen wir an der reinigenden Wirkung, die sie auf das von ihnen bewohnte Wasser ausüben. Wasser, das durch feinste Partikelchen, Bakterien usw. getrübt ist, wird im Aquarium z. B. von ein paar Austern in 24 Stunden vollkommen geklärt. Man findet dann zwischen ihren Kiemen Schmutzmassen angehäuft. In der Natur leben solche Formen mit Vorliebe an Stellen, an denen das Wasser reich an organischen Substanzen ist. So sehen wir die Austern und andere Muscheln sich in Häfen gern in der Einmündung von Kloaken ansiedeln. Da sie mit anderem Schmutz auch krankheiterregende Bakterien abfiltrieren, so werden sie nicht selten die Träger ansteckender Krankheiten, z. B. des Typhus.

Auch die Nesseltiere, die verschiedenen Formen von Polypen und Korallen, deren Nesselkapseln vor allem an den Tentakeln wichtige Einrichtungen zum Fang der Beute darstellen, gewinnen ihre Nahrung nicht immer durch die passive Fangtätigkeit ihrer Tentakeltrichter, sondern sie gehören vielfach zu den strudelnden Tieren.

Der Cilienbesatz ihres Magenraumes oder Schlundes bringt Strömungen hervor, welche Nahrung in den Körper hineinwirbeln. Und bei größeren Polypen aus der Gruppe der Seeanemonen hat man z. B. nachgewiesen, daß ihr schlitzförmiger Mund seine Lippen in der Mitte zusammenpreßt, so daß an beiden Enden nur je ein Rohr offen bleibt, von

Digitized by Google

denen die Cilienbewegungen das eine zum Einfuhr-, das andere zum Ausfuhr-Sipho machen.

Sehr wichtig für die Existenz der festsitzenden Tiere sind ihre Stielbildungen. Dieselben dienen verschiedenen Zwecken. Zunächst befestigen sie ihre Träger an der Unterlage. Sodann erheben sie sie über den Boden, gestatten ihnen, sich emporzuranken, und sichern ihnen günstige Plätze im Wettbewerb um den organischen Regen. Es ist daher wohl zu verstehen, daß wir solche Stiele in allen Gruppen der festsitzenden Tiere vorfinden. Und zwar gibt es ihrer verschiedene Typen: Außer den gewöhnlichen starren Stielbildungen kommen nämlich auch kontraktile Stiele vor, welche ihre Träger bei drohender Gefahr in sichernde Verstecke zurückzuschnellen vermögen (vgl. Abb. 185).

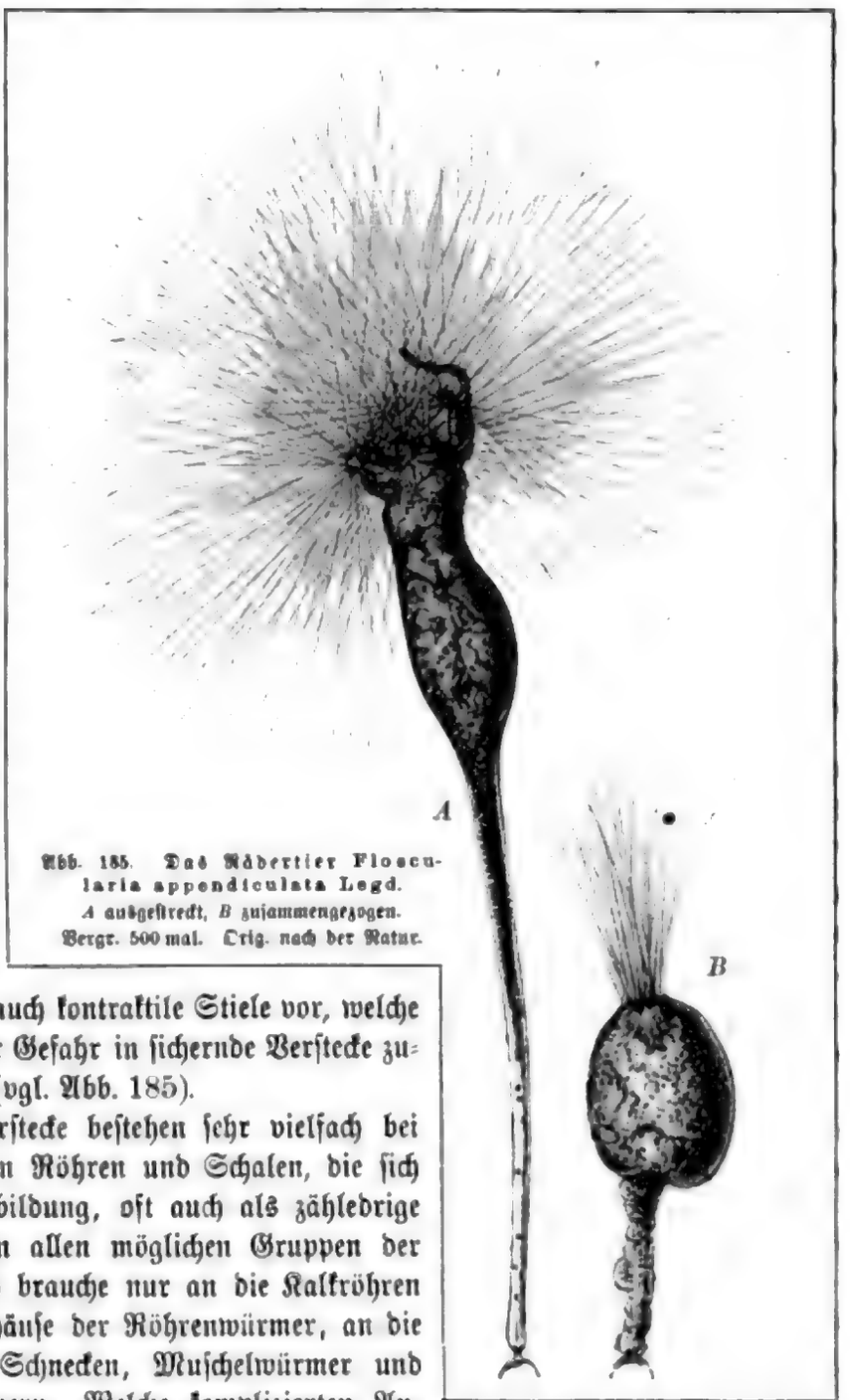


Abb. 185. Das Rädertier Floscularia appendiculata Legd. *A* ausgestreckt, *B* zusammengezogen. Vergr. 500 mal. Orig. nach der Natur.

Diese sichernden Verstecke bestehen sehr vielfach bei den festsitzenden Tieren in Röhren und Schalen, die sich manchmal in zarter Ausbildung, oft auch als zähledrige oder steinharte Hüllen in allen möglichen Gruppen der sessilen Tiere finden. Ich brauche nur an die Kalkröhren der Korallen, an die Gehäuse der Röhrenwürmer, an die Schalen der Muscheln, Schnecken, Muschelwürmer und Rankenfußkrebse zu erinnern. Welche komplizierten Anpassungen in der Ausbildung der Haut, der Sinnesorgane, der Muskulatur, der Lage der Atemorgane und der Mündung des Afters diese Schutzbildungen zur Folge haben, darüber belehrt uns ein Blick auf die Organisation dieser eigenartigen Tiere.

Sehr eigenartige Schutzbildungen treten uns bei manchen Gruppen festsitzender Tiere in Form von Deckeln entgegen, welche bei Polypen und Röhrenwürmern, Schnecken und selbst bei Ascidien das Gehäuse des Tieres zu verschließen haben; über alle diese Schutzanpassungen finden sich nähere Angaben in einem späteren Kapitel.

Einen besonders auffallenden Einfluß hat die sessile Lebensweise auf die Fortpflanzungsverhältnisse. In vielen Fällen führt ungeschlechtliche Fortpflanzung zur Stockbildung. Das ist gerade bei denjenigen Formen der Fall, welche am auffälligsten an

Digitized by Google

pflanzliche Bildungen erinnern. Indem bei der Knospung oder Teilung die einzelnen Individuen miteinander in Zusammenhang bleiben, bilden sie oft weitverzweigte Stöcke. Es sind dann die Einzeltiere durch ein gemeinsames Gewebe miteinander verbunden, welches die Nahrungssäfte von einem Teil des Stockes zu dem andern leitet. So gibt jedes Individuum von der aufgenommenen Nahrung seinen Teil an die mit ihm fest verbundenen Genossen ab. Dadurch wird eine bedeutende Erweiterung des beherrschten Gebietes erzielt und der Zufall des günstigen Nahrungsregens in erhöhter Weise ausgenutzt. Mächtig entwickelte derartige Tierkolonien oder Tierstöcke sind die Korallen der Riffe, wie sie auf den Abb. 179—183 uns entgegentreten. Bei den pflanzenartig verzweigten Tierstöcken kommt es nicht selten zu einer Arbeitsteilung der Individuen, indem die einen hauptsächlich im Dienste der Nahrungsaufnahme stehen, während andere als Schutz- und Wehreinrichtung und in anderen Funktionen tätig sind.

Wir haben schon wiederholt erwähnt, daß die festsitzenden Tiere oft durch lebhafte Farben ausgezeichnet sind. Die Färbung ist vielfach nicht auf die einzelnen Individuen beschränkt, sondern erstreckt sich über die ganzen Stöcke. Ich habe früher bereits darauf aufmerksam gemacht, daß die lebhafte Färbung sessiler Tiere einen ähnlichen Zweck haben mag wie die Farbenpracht der Blumen. Es ist möglich, daß in manchen Fällen, durch die Farben angelockt, Beutetiere in den geöffneten Mund der Polypen usw. schwimmen.

Bei knospenden und stockbildenden Tieren pflegt die Regenerationskraft sehr groß zu sein. Wo ein Einzelindividuum abgeschnitten oder verletzt wird, da wächst an seiner Stelle bald ein neues hervor. Diese Ergänzungsfähigkeit ist für die sessilen Tiere von größter Bedeutung; denn viele von ihnen werden von anderen Tieren gerne abgeweidet. Fische, Krabben, Stachelhäuter und Schnecken fressen an den Stöcken der Polypen und Korallen und richten unter ihnen große Verheerungen an. Und da die festsitzenden Tiere fast alle, auch wenn sie nicht stockbildend sind, eine ausgesprochene Neigung zu geselligem Vorkommen haben, so sind die von ihnen gebildeten unterseeischen Wiesen und Wälder der Sammelplatz einer reichen Fauna von Tieren, denen sie als Nahrung dienen. Wie in einem Wald oder auf einer Wiese ist aber in der Regel der durch solche Feinde angerichtete Schaden kaum jemals auffällig sichtbar, denn die Ergänzungskraft der sessilen Tiere hält gleichen Schritt mit den Schädigungen, welche ihnen widerfahren.

Die festsitzenden Tiere sind fernerhin alle auf besondere Einrichtungen angewiesen, um ihrer Art die Möglichkeit der Verbreitung zu sichern. Tatsächlich finden wir manche Arten festsitzender Tiere über weite Strecken verbreitet. Allerdings ist festzustellen, daß gerade bei den festsitzenden Tieren die Neigung zur Ausbildung von Lokalformen und der Zerfall der Gattungen in viele einzelne Arten besonders ausgebildet ist. Diese Erkenntnis hat sogar zur Aufstellung eines allgemeinen Satzes, des sogenannten Döderleinschen Prinzips, geführt, welches besagt, daß, je freizügiger ein Tier ist, um so weniger es die Tendenz zeigt, in Rassen, Lokalformen und Unterarten zu zerfallen. Umgekehrt sind die „weniger vagilen" Tiere diejenigen, welche an allen Orten ihres Vorkommens verschiedene Formen und Ausbildungen angenommen haben.

Die „Vagilität" oder sagen wir lieber Freizügigkeit wird bei den sessilen Tieren durch verschiedene Mittel gesichert. Das verbreitetste derselben ist das Vorkommen freischwimmender Larven, welche nach einer mehr oder minder langen Periode planktonischen Lebens sich erst auf die feste Unterlage niederlassen, um dort zum sessilen Leben überzugehen. Solche freischwimmende Larven finden wir in allen Gruppen der sessilen Tiere. Bei Korallen, Stachelhäutern, Muschelkrebsen, Moostierchen, Würmern, Seescheiden, Schnecken, Muscheln, usw. usw.

Digitized by Google

Eine etwas kompliziertere Methode iſt bei denjenigen Formen eingeſchlagen, bei denen ein Generationswechſel zwiſchen ſeſſilen Individuen und vagilen Individuen ausgebildet iſt. Bei ſolchen Formen dient die ungeſchlechtliche Fortpflanzung der Individuenvermehrung an Ort und Stelle. Zwiſchen den ungeſchlechtlichen Individuen treten von Zeit zu Zeit unter dem Einfluß von Geſetzmäßigkeiten, welche bei den verſchiedenen Arten verſchieden ſind, Geſchlechtsindividuen auf, welche die Fähigkeit haben, ſich loszulöſen und ihre Geſchlechtsprodukte über ein weites Areal, welches ſie ſchwimmend durchziehen, auszuſtreuen. Sie dienen alſo ganz vorwiegend der Verbreitung der Arten. Das bekannteſte Beiſpiel für einen derartigen Generationswechſel bieten die Polypenſtöcke mit ihren ungeſchlechtlichen Individuen und den von ihnen erzeugten freiſchwimmenden Geſchlechtstieren, den ſogenannten Meduſen. Im erſten Bande dieſes Werkes iſt auf Seite 511 ff. dargelegt worden, wie auch bei den Anneliden ſich ein ſolcher Generationswechſel ausgebildet hat, deſſen einzelne Vervollkommnungsſchritte wir bei den verſchiedenen dort geſchilderten Arten genau verfolgen können. Es iſt nun ſehr bemerkenswert, daß bei jenen Formen die allmähliche Entwicklung des Generationswechſels in einem engen Zuſammenhang mit der Anpaſſung an eine immer ausgeſprochener ſeſſile Lebensweiſe ſteht.

So ſehen wir denn bei dieſer wichtigen, vor allem im Meer eine ungeheure Rolle ſpielenden biologiſchen Gruppe der Tierwelt die Ernährungsweiſe alle Erſcheinungen des Lebens in tiefgehender Weiſe beherrſchen.

10. Schlamm- und Sandfreſſer. Steinbohrer.

Die ſeſſilen Tiere können übrigens nicht all jenen Detritus und die Maſſen organiſcher Subſtanzen, welche zum Boden der Gewäſſer niederrieſeln, auffangen. Große Maſſen lagern ſich am Boden ab, und zu ihnen geſellen ſich die Fäkalien der ſeſſilen Tiere ſelber. Auch ſonſt gibt es auf der Erde viele Örtlichkeiten, an denen Maſſen von organiſcher Subſtanz teils tieriſcher, teils pflanzlicher Herkunft ſich ablagern und unter Mitwirkung von Bakterien Fäulnis und andere Umwandlungsprozeſſe durchmachen. Alle ſolchen Orte beherbergen eine beſondere Tierwelt, deren Anpaſſungen jeweils verſchieden ſind, je nachdem die Fäulnisprozeſſe in den betreffenden Maſſen mehr oder weniger intenſive ſind. Wir können danach Sand-, Schlamm-, Detritus- und Humusfreſſer unterſcheiden, denen ſich die echten Fäulnisbewohner anſchließen, die uns dann ihrerſeits wieder zu den Aasfreſſern führen.

Sand, Schlamm und Humus beherbergen Tierformen von eigenartigen ſehr charakteriſtiſchen Lebensgewohnheiten. Es ſind das Tiere, welche vielfach die ganze Maſſe, aus welcher das ſie umgebende Medium beſteht, in ihre Verdauungsorgane aufnehmen und in denſelben die nutzbaren Stoffe durch Verdauungsvorgänge herausziehen. Die Sortierung der brauchbaren von den unbrauchbaren Stoffen, welche bei ſeſſilen Tieren, bei Strudlern und anderen Formen durch beſondere Apparate und Einrichtungen auf *mechaniſchem* Wege ſich vollzieht, wird bei dieſen Tieren alſo durch *chemiſche* Einwirkungen erzielt. Ihr Darm, welcher meiſt eine bedeutende Länge erreicht, pflegt prall von den betreffenden Maſſen angefüllt zu ſein, in denen unorganiſche Subſtanzen meiſt eine hervorragende Rolle ſpielen. Die Fäkalmaſſen, welche dieſe Tiere produzieren, ſind natürlich ſehr beträchtlich und beſtehen hauptſächlich aus dem anorganiſchen Material, doch iſt ſehr häufig die Ausnützung des Gefreſſenen eine unvollkommene.

Die größten Subſtanzmengen müſſen ſelbſtverſtändlich diejenigen Tiere durch ihren Darm paſſieren laſſen, welche an organiſchen Subſtanzen relativ armen *Sand* bewohnen. Es gibt

Digitized by Google

Fig. 1. Kopf des Apollon von Tenea. Glyptothek München.

Fig. 2. Kopf des Apollon von Tenea. Glyptothek München.

Fig. 3. Kopf des Apollon von Tenea. Glyptothek München.

Fig. 4. Kopf des Apollon von Tenea. Glyptothek München.

Fig.

Copyrighted material

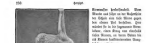


Abb. 87. Aufstellung der Jungen zum Abmarsch zum Geländespiel. Jeder Junge trägt einen Rucksack mit Proviant und Kochgeschirr.

Kameraden beobachtet. Eine Gruppe steht vor der Kochstelle, wo Eigen- und Gruppenverpflegung gekocht wird. Eine Gruppe ist mit Bauen einer Hütte beschäftigt, eine andere Gruppe hat Feuer angemacht und kocht. Jeder Junge muß seine Kochgeschirre blank putzen können.

Jeder Junge muß wissen, wie man sich verhält, wenn er plötzlich Jäger, Gendarmen, Bauern oder Förstern begegnet. Jungen sind im Kriege Meldegänger, Kundschafter, Ordonnanzen, Wachen, Sanitätsleute, Spione und Gefangene. Sie müssen wissen, wie sie sich in jeder dieser Stellungen zu verhalten haben.

Ist der Junge ausgebildet, dann kann er sich auf Geländespiele vorbereiten. Diese sind eine Übung, die sich an die Ausbildung anschließt. Sie haben keine Ähnlichkeit mit Räuber- und Gendarmspielen. Sie sind Übungen, die den Jungen in die Lage versetzen, sich in der Natur zurechtzufinden. Sie sind Übungen, die ihn befähigen, sich in der Natur zu orientieren, sich zu verbergen, zu pirschen, zu schleichen, Meldungen zu überbringen, Spuren zu lesen und Spuren zu verwischen, Nachrichten zu übermitteln, Nachrichten zu verschlüsseln, Nachrichten zu entziffern, Gefangene zu machen, sich gefangen zu geben, Gefangene zu befreien, Gefangene zu bewachen, Gefangene zu verhören, Gefangene zu verhören, Gefangene zu verhören

Schiff, das Ihr Euch wählt, Euch gehört es, Ihr habt es gekauft, Ihr habt es bezahlt, und bei Gott, Ihr habt es bezahlt!

Schiffsmodell aus Elfenbein, Bein und Holz, Deutschland, Ende 17. Jahrhundert (Höhe 19,5 cm). Im Vordergrund, bei der Kanone, ein Schiffsjunge, der sich mit einem Seemann prügelt, der ihn mit einer Peitsche züchtigt. Im Hintergrund, auf dem Achterdeck, ein Kapitän, der ihn ermutigt, und, weiter hinten, ein Schiffsjunge, der sich mit einem Seemann prügelt, der ihn mit einer Peitsche züchtigt. Im Vordergrund, bei der Kanone, ein Schiffsjunge, der sich mit einem Seemann prügelt, der ihn mit einer Peitsche züchtigt. Im Hintergrund, auf dem Achterdeck, ein Kapitän, der ihn ermutigt, und, weiter hinten, ein Schiffsjunge, der sich mit einem Seemann prügelt, der ihn mit einer Peitsche züchtigt.

Und wie ergeht Euch dann? Ihr habt Euch ein Schiff gekauft, das Euch gehört, Ihr habt es bezahlt, Ihr habt es gekauft, Ihr habt es bezahlt, Ihr habt es gekauft, Ihr habt es bezahlt, Ihr habt es gekauft

Abb. 418.
Gustav Adolf, König von Schweden.
Nach dem Gemälde von Gerard van Honthorst im Museum zu Kassel.

Spitze des von großer Bedeutung für die Kriegführung war, so daß Gustav Adolf die Artillerie-Regimenter selbst kommandierte. Die Infanterie wurde in Bataillone von 500 Mann eingeteilt, die Kavallerie in Eskadrons von 100 Reitern. Die Reiterei wurde durch Einführung der Karakole (s. Bd. III, Abb. 1) und durch Verwendung der Pistole (s. Bd. III, Abb. 2) verbessert. Die Taktik der Schweden war eine ganz neue. Gustav Adolf hatte nämlich erkannt, daß die Tiefe der Aufstellung, wie sie bisher üblich war, nicht notwendig sei, daß vielmehr eine Linie von drei Gliedern genüge, um die Feuerwirkung der Handfeuerwaffen zu erhöhen. Er stellte seine Truppen in drei Treffen auf, die Kavallerie auf den Flügeln, die Infanterie in der Mitte. Vor der Artillerie lag die Reiterei, um sie zu decken. Die Infanterie stand in Linien, die Kavallerie in Keilen. Die Schlachtordnung war also eine ganz neue. Gustav Adolf hatte sie ausgedacht, weil er wußte, daß seine Truppen an Zahl den Gegnern nachstanden. Er wollte sie durch die neue Schlachtordnung verstärken.

Die Schwedenkönige Karl IX. und Gustav Adolf hatten sich in Livland, das damals die Provinzen Riga, Livland, Estland, Teile von Kurland, Ingermanland und Karelien umfaßte, mit Polen um den Besitz dieses Landes gestritten. Gustav Adolf hatte 1621 Riga erobert, 1625 Livland, 1626 Preußen. Dann hatte er sich gegen Dänemark gewandt, das 1628 Mecklenburg besetzt hatte, und hatte 1629 Frieden zu Lübeck geschlossen, worin Dänemark auf Mecklenburg verzichtete.

Gustav Adolf hatte sich nun wieder gegen Polen gewandt, weil dieses 1629 in Livland eingefallen war. Er hatte sich dort 1630 mit Brandenburg verbunden, das ihm Neumark und Pommern bis zur Peene einräumte. Gustav Adolf hatte sich dann gegen Polen gewandt, weil dieses 1629 in Livland eingefallen war. Er hatte sich dort 1630 mit Brandenburg verbunden, das ihm Neumark und Pommern bis zur Peene einräumte. Gustav Adolf hatte sich dann gegen Polen gewandt, weil dieses 1629 in Livland eingefallen war. Er hatte sich dort 1630 mit Brandenburg verbunden, das ihm Neumark und Pommern bis zur Peene einräumte.

Fig. 102. Kopf eines Elefanten (Elephas indicus).
Nach einer Photographie von Frau Dr. Marie Lebrun-Dalimier.

weilen mit in der Regel ab „schleifen" die Zähne. Diese nehmen bei Mammut und Elefant bekanntlich fortwährend an Größe zu, während sie sich abnutzen, und zwar unter Bildung einer Kaufläche, welche durch Querleisten aus Schmelz, Elfenbein und Cement gebildet wird. Bei Mammut sind die Zähne niedrig, mit wenigen Querleisten. Bei Elef. und Afr. bestehen diese aus einzelnen Schmelzringen, bei Elef. ind. aus Schmelzrauten, welche mit einander zusammenfließen und so eine breite Kaufläche bilden, auf der die Zähne langsam nach vorn rücken. Im Gebiß schiebt sich jeder Zahn von hinten her nach, und wenn der vorderste Zahn abgenutzt ist, fällt er heraus und der nächste rückt an seine Stelle. Beim Elef. ind. werden die Zähne in dieser Weise nacheinander sechsmal ersetzt, beim Afr. viermal, beim Mammut nur zweimal. Es fehlen bei jedem Mammut, Elefant, Afr. und Ind. zwei Schneidezähne, welche als Stoßzähne bezeichnet werden. Diese sind bei Mammut und Afr. sehr stark, bei Ind. dünn. Sie wachsen fortwährend, auch im Alter, und können bei Mammut eine Länge von 5 m und ein Gewicht von 100 kg erreichen. Bei Afr. sind sie ebenfalls

Fig. 1. Adult, ♂, Tring, Herts. Bill and feet dark brown, upper mandible darker than lower; upper parts dark brown, feathers edged with olive-brown; rump olive-brown; upper tail-coverts olive-brown, feathers with dark brown centres; tail dark brown, outer feather on each side with white outer web and white tip, second feather on each side with white tip; wing-coverts dark brown, feathers edged with olive-brown, greater coverts with white tips forming two wing-bars; quills dark brown, feathers edged with olive-brown, secondaries with white tips; chin white; throat white, feathers with dark brown centres; breast white, feathers with dark brown centres; flanks white, feathers with dark brown centres; abdomen white; under tail-coverts white, feathers with dark brown centres; under wing-coverts white; axillaries white.

Fig. 2. Adult, ♂, Tring, Herts. Bill and feet dark brown, upper mandible darker than lower; upper parts dark brown, feathers edged with olive-brown; rump olive-brown; upper tail-coverts olive-brown, feathers with dark brown centres; tail dark brown, outer feather on each side with white outer web and white tip, second feather on each side with white tip; wing-coverts dark brown, feathers edged with olive-brown, greater coverts with white tips forming two wing-bars; quills dark brown, feathers edged with olive-brown, secondaries with white tips; chin white; throat white, feathers with dark brown centres; breast white, feathers with dark brown centres; flanks white, feathers with dark brown centres; abdomen white; under tail-coverts white, feathers with dark brown centres; under wing-coverts white; axillaries white.

Fig. 3. Adult, ♂, Tring, Herts. Bill and feet dark brown, upper mandible darker than lower; upper parts dark brown, feathers edged with olive-brown; rump olive-brown; upper tail-coverts olive-brown, feathers with dark brown centres; tail dark brown, outer feather on each side with white outer web and white tip, second feather on each side with white tip; wing-coverts dark brown, feathers edged with olive-brown, greater coverts with white tips forming two wing-bars; quills dark brown, feathers edged with olive-brown, secondaries with white tips; chin white; throat white, feathers with dark brown centres; breast white, feathers with dark brown centres; flanks white, feathers with dark brown centres; abdomen white; under tail-coverts white, feathers with dark brown centres; under wing-coverts white; axillaries white.

Fig. 4. Adult, ♂, Tring, Herts. Bill and feet dark brown, upper mandible darker than lower; upper parts dark brown, feathers edged with olive-brown; rump olive-brown; upper tail-coverts olive-brown, feathers with dark brown centres; tail dark brown, outer feather on each side with white outer web and white tip, second feather on each side with white tip; wing-coverts dark brown, feathers edged with olive-brown, greater coverts with white tips forming two wing-bars; quills dark brown, feathers edged with olive-brown, secondaries with white tips; chin white; throat white, feathers with dark brown centres; breast white, feathers with dark brown centres; flanks white, feathers with dark brown centres; abdomen white; under tail-coverts white, feathers with dark brown centres; under wing-coverts white; axillaries white.

Fig. 5. Adult, ♂, Tring, Herts. Bill and feet dark brown, upper mandible darker than lower; upper parts dark brown, feathers edged with olive-brown; rump olive-brown; upper tail-coverts olive-brown, feathers with dark brown centres; tail dark brown, outer feather on each side with white outer web and white tip, second feather on each side with white tip; wing-coverts dark brown, feathers edged with olive-brown, greater coverts with white tips forming two wing-bars; quills dark brown, feathers edged with olive-brown, secondaries with white tips; chin white; throat white, feathers with dark brown centres; breast white, feathers with dark brown centres; flanks white, feathers with dark brown centres; abdomen white; under tail-coverts white, feathers with dark brown centres; under wing-coverts white; axillaries white.

Fig. 6. Adult, ♂, Tring, Herts. Bill and feet dark brown, upper mandible darker than lower; upper parts dark brown, feathers edged with olive-brown; rump olive-brown; upper tail-coverts olive-brown, feathers with dark brown centres; tail dark brown, outer feather on each side with white outer web and white tip, second feather on each side with white tip; wing-coverts dark brown, feathers edged with olive-brown, greater coverts with white tips forming two wing-bars; quills dark brown, feathers edged with olive-brown, secondaries with white tips; chin white; throat white, feathers with dark brown centres; breast white, feathers with dark brown centres; flanks white, feathers with dark brown centres; abdomen white; under tail-coverts white, feathers with dark brown centres; under wing-coverts white; axillaries white.

Fig. 7. Adult, ♂, Tring, Herts. Bill and feet dark brown, upper mandible darker than lower; upper parts dark brown, feathers edged with olive-brown; rump olive-brown; upper tail-coverts olive-brown, feathers with dark brown centres; tail dark brown, outer feather on each side with white outer web and white tip, second feather on each side with white tip; wing-coverts dark brown, feathers edged with olive-brown, greater coverts with white tips forming two wing-bars; quills dark brown, feathers edged with olive-brown, secondaries with white tips; chin white; throat white, feathers with dark brown centres; breast white, feathers with dark brown centres; flanks white, feathers with dark brown centres; abdomen white; under tail-coverts white, feathers with dark brown centres; under wing-coverts white; axillaries white.

Fig. 8. Adult, ♂, Tring, Herts. Bill and feet dark brown, upper mandible darker than lower; upper parts dark brown, feathers edged with olive-brown; rump olive-brown; upper tail-coverts olive-brown, feathers with dark brown centres; tail dark brown, outer feather on each side with white outer web and white tip, second feather on each side with white tip; wing-coverts dark brown, feathers edged with olive-brown, greater coverts with white tips forming two wing-bars; quills dark brown, feathers edged with olive-brown, secondaries with white tips; chin white; throat white, feathers with dark brown centres; breast white, feathers with dark brown centres; flanks white, feathers with dark brown centres; abdomen white; under tail-coverts white, feathers with dark brown centres; under wing-coverts white; axillaries white.

BIODIVERSITY HERITAGE LIBRARY

Fig. 1. Kirche von Ahrweiler. Grundriss. Nach Lübke, Mittelalterliche Kunst in Westfalen. Leipzig 1853. S. 1. Fig. 2. Kirche von Ahrweiler. Durchschnitt. Nach Lübke, Mittelalterliche Kunst in Westfalen. Leipzig 1853. S. 1.

Kirche, Moschee und Synagoge.

Kirche. Die Kirche ist das Gotteshaus der Christen. Sie ist ein Abbild des Himmels, wie der Himmel ein Abbild der Kirche ist. Sie ist ein Abbild des Himmels, weil sie ein Abbild der Kirche ist, und sie ist ein Abbild der Kirche, weil sie ein Abbild des Himmels ist. Sie ist ein Abbild des Himmels, weil sie ein Abbild der Kirche ist, und sie ist ein Abbild der Kirche, weil sie ein Abbild des Himmels ist.

Digitized by Google

Fig. 1. Ventral view of the skull of *Ornithorhynchus paradoxus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 2. Ventral view of the skull of *Echidna hystrix*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 3. Ventral view of the skull of *Phascolomys wombat*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 4. Ventral view of the skull of *Didelphys virginiana*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 5. Ventral view of the skull of *Talpa europæa*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 6. Ventral view of the skull of *Erinaceus europæus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 7. Ventral view of the skull of *Sorex vulgaris*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 8. Ventral view of the skull of *Myrmecophaga jubata*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 9. Ventral view of the skull of *Manis tricuspis*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 10. Ventral view of the skull of *Bradypus tridactylus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 11. Ventral view of the skull of *Dasypus sexcinctus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 12. Ventral view of the skull of *Orycteropus capensis*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 13. Ventral view of the skull of *Hyrax capensis*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 14. Ventral view of the skull of *Macroscelides typicus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 15. Ventral view of the skull of *Lepus timidus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 16. Ventral view of the skull of *Lagostomus trichodactylus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 17. Ventral view of the skull of *Hydrochærus capybara*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 18. Ventral view of the skull of *Cavia cobaya*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 19. Ventral view of the skull of *Dipus sagitta*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 20. Ventral view of the skull of *Mus decumanus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 21. Ventral view of the skull of *Arctomys marmota*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 22. Ventral view of the skull of *Sciurus vulgaris*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 23. Ventral view of the skull of *Castor fiber*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 24. Ventral view of the skull of *Hystrix cristata*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 25. Ventral view of the skull of *Lemur catta*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 26. Ventral view of the skull of *Stenops tardigradus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 27. Ventral view of the skull of *Galeopithecus volans*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 28. Ventral view of the skull of *Cebus capucinus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 29. Ventral view of the skull of *Hapale jacchus*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 30. Ventral view of the skull of *Cynocephalus sphinx*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 31. Ventral view of the skull of *Cercopithecus griseoviridis*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 32. Ventral view of the skull of *Hylobates agilis*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 33. Ventral view of the skull of *Troglodytes niger*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 34. Ventral view of the skull of *Homo*. (From Owen's Anatomy of Vertebrates.)

Fig. 4. Armenische Bronzeplatte aus Ostanatolien (Urartu).

im Nordosten, wo sich die Grenzen Armeniens mit denen Georgiens berührten, ein Teil der Bevölkerung, die Lazen, Mingrelier und Suanen, zu einer Sprache, die mit der georgischen verwandt ist, übergegangen. Die Armenier selbst sprechen eine indogermanische Sprache, die sich in zwei Hauptdialekte, den ostarmenischen und den westarmenischen, gliedert. Ersterer wird in Russisch-Armenien, Persisch-Armenien und Mesopotamien, letzterer in Türkisch-Armenien, Kilikien und Syrien gesprochen. Die Armenier sind Christen und gehören der armenisch-gregorianischen Kirche an, die sich 491 von der griechischen Kirche trennte und eine Zeitlang auch mit der römischen Kirche in Verbindung stand, sich aber 1439 endgültig von ihr lossagte. Sie hat ihren Sitz in Etschmiadsin, wo der Katholikos residiert, der das Oberhaupt der Kirche ist. Die Armenier sind ein sehr fleißiges, intelligentes, geschäftskundiges Volk, das sich durch Handel und Gewerbe auszeichnet. Sie sind in Armenien selbst, wo sie 1,5 Mill. Köpfe zählen, in Persien, Mesopotamien, Syrien, Kleinasien, Konstantinopel, Rußland, Indien, Ägypten, Europa und Amerika zerstreut. Ihre Gesamtzahl beträgt 3,5 Mill.

Geschichte. Die Armenier wanderten wahrscheinlich um 1000 v. Chr. in ihre jetzigen Sitze ein. Sie werden zuerst in den Keilinschriften des Königs Salmanassar II. (860–825) erwähnt. Ihr Land hieß damals Urartu, und sie selbst waren in mehrere Stämme geteilt. Sie standen unter einheimischen Königen, deren Residenz Tuschpa (jetzt Wan) war. Ihre Macht erreichte ihren Höhepunkt unter Menuas (810–785) und Argistis (785–760). Sie wurden aber von den Assyrern, die sie wiederholt bekriegten, immer mehr zurückgedrängt und mußten Tribut zahlen. Unter Sargon (722–705) wurden sie vollständig unterworfen und ihr Land zur assyrischen Provinz gemacht. Nach dem Sturz des assyrischen Reichs (606) gewannen sie ihre Selbständigkeit wieder und dehnten ihr Gebiet bis zum Kaukasus und Kaspischen Meer aus. Unter Tigranes (95–56) erreichte Armenien seine größte Ausdehnung und Macht. Tigranes eroberte Syrien, Kappadokien, Kilikien, Mesopotamien und Teile von Medien und Atropatene. Er nahm den Königstitel an und gründete eine neue Residenz, Tigranokerta, das wahrscheinlich in der Nähe von Mardin lag. Er wurde aber von Lucullus und Pompejus besiegt und mußte Syrien, Kappadokien und Kilikien wieder herausgeben. Unter Artaxias (189–160) hatte Armenien schon einen Teil seiner Gebiete an Persien verloren. Unter Tiridates (66–34) wurde es wieder ein selbständiges Königreich. Tiridates wurde von Trajan (114) besiegt und mußte Armenien als römische Provinz anerkennen. Unter Chosroes (259–314) wurde das Christentum Staatsreligion. Unter Arsakes (350–367) wurde Armenien wieder geteilt. Ein Teil kam an Persien, ein Teil an Rom. Unter Arsakes (414–432) wurde Armenien wieder vereinigt. Unter Vologeses (484–488) wurde es wieder geteilt. Ein Teil kam an Persien, ein Teil an Rom. Unter Justinian (527–565) wurde Armenien wieder vereinigt. Unter Heraklius (610–641

auch Protozoen, welche den Boden nach allen Richtungen durchwühlen. Ihre Tätigkeit spielt aber insgesamt eine ganz geringe Rolle, wenn wir sie mit der Leistung der Regenwürmer vergleichen. Es gibt in den verschiedenen Gegenden der Erde, von Grönland bis zur Antarktis und in allen dazwischen gelegenen tropischen und gemäßigten Gebieten, eine große Anzahl von Regenwurmarten, die sich äußerlich sehr ähnlich sehen, wenn sie auch im inneren Bau bisweilen sehr voneinander abweichen. Manche sind nicht einmal einen Zentimeter lang, andere erreichen eine Länge von 1—2 Metern; solche haben auch einen Durchmesser von mehreren Zentimetern. Sie alle haben ein spitzes Kopfende, welches die Mundöffnung überdacht, einen zylindrischen Körper, der aus vielen Segmenten gebildet ist und der durch abwechselnde Kontraktion und Ausdehnung der einzelnen Regionen bewegt wird. Als Widerlager bei den Bewegungen dienen die Borsten, welche je nach der Bewegungsrichtung umgelegt werden können und sich den umgebenden Erdpartikeln anstemmen (vgl. Bd. I, S. 181). So fressen sie sich durch die Erde durch, welche in großen Massen ihren Darm passiert, wobei sie die brauchbaren organischen Substanzen verarbeiten.

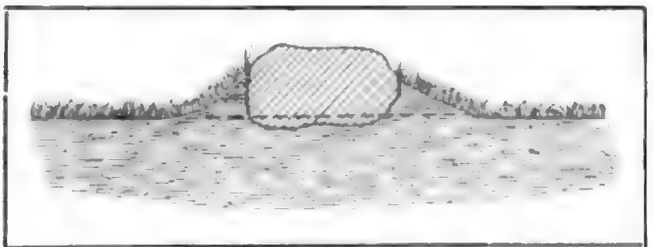


Abb. 200. Auf einer Wiese liegender Stein, durch Regenwürmer zum Einsinken gebracht. Nach Darwin.

Jeder Regenwurm bewohnt eine Wohnröhre, von der aus er Wanderungen durch die umgebenden Teile des Erdbodens unternimmt. Außer der Erde, die er frißt, verwendet er zur Nahrung alle möglichen tierischen und pflanzlichen Stoffe, die er an der Oberfläche der Erde in der Nähe seines Lochs findet. Er ist ein nächtliches Tier, lichtscheu und schreckhaft und verläßt die unmittelbare Umgebung seiner Röhre nicht, bleibt sogar mit dem Schwanz in ihr verhakt. Er zieht in die Röhre dünne Blätter und Stengel, Aas u. dgl. hinein und trägt so zur Anreicherung organischer Substanz im Boden in hohem Maße bei (vgl. hierzu auch Bd. I, S. 282). Wenn er seinen Darm entleert, so sucht er die Oberfläche des Erdbodens auf und legt sein Kothäufchen in der Nähe des Ausgangs seiner Wohnröhre oder in ihrer Mündung ab. Zu diesem Zweck muß er sich in seiner Wohnröhre umdrehen, da er das Hinterende vorstreckt. Seine Wohnkammer am unteren Ende der Röhre ist erweitert und vielfach mit Steinchen u. dgl. ausgelegt. Da die Würmer das Durchfressen durch den Boden als Fortbewegungsmethode benützen, so verschlucken sie auch Erde, welche gar keine oder nur minimale Quantitäten ausnützbarer Substanzen enthält. Darwin, dem wir die wichtigsten Untersuchungen über ihre Lebensweise verdanken, hat festgestellt, daß sie reinen Sand, reine Kreide, Ziegel- und Quarzstückchen usw. nicht selten aus tiefer liegenden Schichten heraufschaffen und über dem Humus ablagern. Welch große Massen die Würmer durch ihren Darm wandern lassen, geht schon daraus hervor, daß an vielen Orten jeden Morgen massenhaft neue Exkrementhäufchen zu finden sind, die sie während der Nacht produziert haben. Die Röhren der Würmer sind auch mit kleinen Kotballen ausgekleidet; sie verlaufen meist in oberflächlichen Schichten des Bodens. Doch steigen die Würmer bei großer Kälte oder Dürre auf 2—3 m Tiefe hinab.

Die Exkremente, die sie an der Oberfläche entleeren, sind durch Sekrete der Darmwände zusammengebacken und halten beim Trocknen fest zusammen. Die Formen der Exkrementhäufchen sind uns ja allen wohlbekannt, man kann sie so oft auf Blumentöpfen, in Gärten, Wäldern und auf Wiesen beobachten. Die großen Regenwürmer der Tropen, z. B. Arten der Gattung Perichaeta, fabrizieren oft an der Mündung ihrer Wohnröhren ganze Türm-

Digitized by Google

chen von beträchtlicher Höhe, welche durch wiederholte Ablagen des Kotes entstehen (vgl. Abb. 199). Sie bestehen aus geradezu gesiebter, feiner Substanz, und wenn sie durch Wind und Regen zerstört werden, entsteht eine Lage von ganz feiner Erde. Welch enorme Tätigkeit bei der Umbildung der Erdoberfläche die Regenwürmer infolge ihrer Ernährungsmethode entfalten, geht aus einer Reihe von Beobachtungen Darwins klar hervor. Hensen schon hatte berechnet, daß auf ein Hektar Gartenland etwa 133000 Regenwürmer kommen, Darwin gelangte für Weideland zu einer naturgemäß geringeren Zahl: 67215. Jedenfalls handelt es sich um sehr große Zahlen, die ein oberflächlicher Beobachter nicht erwarten würde. Die von Hensen berechnete Menge von Würmern würde etwa 266 Pfund wiegen. An einer Wohnröhre finden sich Exkremente im Gewicht von bis zu einem Viertel Pfund. Nach sorgfältigen Beobachtungen Darwins und seiner Mitarbeiter würden die Regenwürmer auf verschiedenen Böden jährlich auf einem Hektar eine Erdmasse von 17,5 bis 45 Tonnen Gewicht an die Oberfläche befördern. In zehn Jahren würde auf diese Weise eine gleichmäßige Schicht von $1\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ cm Dicke über der alten Oberfläche sich ausbreiten.

Da die heraufgebrachte und mechanisch und chemisch durchgearbeitete Erdmasse das beste Humusmaterial darstellt, in welchem die Pflanzen vorzüglich wachsen, so müssen wir Darwin vollkommen recht geben, wenn er betont, welch enorm wichtige Rolle bei der Entstehung der Ackererde den Regenwürmern zukommt. Sie bereiten den Boden, in welchem die Wiesen, Wälder, Äcker und Felder sowie die Gärten gedeihen, und so sind sie von einer sehr großen Bedeutung für eine selbst in geologischen Erscheinungen sich bemerkbar machenden Veränderung der Erdoberfläche.

Ja, durch ihre Tätigkeit versinken Zeugen der Vergangenheit unter die Erdoberfläche. Gegenstände, welche auf einem von Regenwürmern durchwühlten Erdreich liegen, verschwinden allmählich in diesem. Darwin konnte zeigen, daß auf einem Acker ausgestreuter roter Sand in ganz gleichmäßiger Lage und Anordnung in sieben Jahren etwa 5 cm tief in die schwarze Ackererde hinabgetaucht war. Mergel war in 28 Jahren 25—28 cm tief gesunken. Dies gleichmäßige Versinken erklärt sich dadurch, daß die Regenwürmer immer unterhalb das Erdreich abtragen und es an der Oberfläche wieder ausbreiten. So sinken vor allem Steine und schwere Gegenstände langsam und gleichmäßig infolge ihrer Tätigkeit hinab (Abb. 200). Und zwar versinken große und dicke Steine auffälligerweise viel langsamer als kleine und flache. Unter letzteren sammeln sich infolge der von ihnen aufgefangenen und nach unten ausgestrahlten Sonnenwärme viele Regenwürmer an, die immer am Rand Erde in ihren Exkrementen in Form von Wällen aufhäufen, die sie unter dem Stein weggegraben haben. Unter ihm fallen die Wurmröhren zusammen, während oben die Erde allmählich den Stein bedeckt. Unter mächtigen Steinen, unter denen die Erde trocken und kühl bleibt, sammeln sich aber keine Regenwürmer an, und so sinken sie kaum in den Boden ein. Reste von alten Bauten, antike Straßenpflaster, Mosaikfußböden zerstörter Villen sind so, ohne zerbrochen oder in Unordnung gebracht zu werden, im Lauf der Jahrhunderte durch die Würmer fußtief unter die Erde versenkt worden. Und unter unseren Augen können wir Ziegelsteine, Scherben u. dgl. verschwinden sehen, welche die bei Tag unsichtbaren Minierer in unheimlicher Geschäftigkeit in den Boden einwühlen.

12. Ernährungssonderlinge.

Sehr eigenartige Ernährungssonderlinge finden wir unter den Insekten, und zwar besonders unter den Raupen der Kleinschmetterlinge, die ja überhaupt manche Fälle bemerkenswerten Spezialistentums hervorgebracht haben. Jedermann kennt die unangenehmen und

Digitized by Google

Reichstag

Schöpfer des Reichstagsbaus. Er hat sich einige Male am Reichstagsbau beteiligt, aber seine Entwürfe wurden nicht ausgeführt, weil sie zu kostspielig waren. Mit 43 Jahren, Querschnitt, Ansicht, Reichstagsbau

Fig. 1. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von vorn. Vergr. 10/1.

Fig. 2. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von der Seite. Vergr. 10/1.

Fig. 3. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von hinten. Vergr. 10/1.

Fig. 4. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von oben. Vergr. 10/1.

Fig. 5. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von unten. Vergr. 10/1.

Fig. 6. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von vorn, Fühler und Mundteile entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 7. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von der Seite, Fühler und Mundteile entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 8. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von hinten, Fühler und Mundteile entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 9. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von oben, Fühler und Mundteile entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 10. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von unten, Fühler und Mundteile entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 11. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von vorn, Fühler, Mundteile und Augen entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 12. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von der Seite, Fühler, Mundteile und Augen entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 13. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von hinten, Fühler, Mundteile und Augen entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 14. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von oben, Fühler, Mundteile und Augen entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 15. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von unten, Fühler, Mundteile und Augen entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 16. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von vorn, Fühler, Mundteile, Augen und Scheitel entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 17. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von der Seite, Fühler, Mundteile, Augen und Scheitel entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 18. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von hinten, Fühler, Mundteile, Augen und Scheitel entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 19. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von oben, Fühler, Mundteile, Augen und Scheitel entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 20. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von unten, Fühler, Mundteile, Augen und Scheitel entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 21. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von vorn, Fühler, Mundteile, Augen, Scheitel und Stirn entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 22. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von der Seite, Fühler, Mundteile, Augen, Scheitel und Stirn entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 23. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von hinten, Fühler, Mundteile, Augen, Scheitel und Stirn entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 24. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von oben, Fühler, Mundteile, Augen, Scheitel und Stirn entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 25. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von unten, Fühler, Mundteile, Augen, Scheitel und Stirn entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 26. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von vorn, Fühler, Mundteile, Augen, Scheitel, Stirn und Hinterhaupt entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 27. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von der Seite, Fühler, Mundteile, Augen, Scheitel, Stirn und Hinterhaupt entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 28. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von hinten, Fühler, Mundteile, Augen, Scheitel, Stirn und Hinterhaupt entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 29. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von oben, Fühler, Mundteile, Augen, Scheitel, Stirn und Hinterhaupt entfernt. Vergr. 10/1.

Fig. 30. Kopf einer Biene (*Apis mellifica*) von unten, Fühler, Mundteile, Augen, Scheitel, Stirn und Hinterhaupt entfernt. Vergr. 10/1.

Digitized by Google

Fig. 1. Kopf des Seeadlers.

Adler (Aquila). Die A. sind kräftige, große Raubvögel mit starkem, kurzem, an der Spitze hakig gekrümmtem Schnabel, kurzen, starken, befiederten Füßen mit großen, gekrümmten Krallen und langen, breiten Flügeln, die bis zum Ende des Schwanzes reichen. Sie bewohnen die Gebirge und Felsenküsten und horsten auf hohen Bäumen oder Felsen. Ihr Flug ist hoch und schnell, ihr Blick scharf. Sie nähren sich von Säugetieren und Vögeln, die sie mit Vorliebe lebend schlagen, und verschmähen Aas. Sie werden leicht zahm und gewöhnen sich an Gefangenschaft. Man kennt 30 Arten, die in allen Erdteilen vorkommen. Der Steinadler (A. fulva L.), 1 m lang, 2,5 m breit, dunkelbraun, mit goldgelbem Nacken, Hinterhals und Schenkeln, horstet in Europa, Asien und Nordamerika. Der Seeadler (A. albicilla L.), 90 cm lang, 2,5 m breit, dunkelbraun, mit weißem Schwanz, lebt an den Küsten und Flüssen Europas und Asiens. Der Fischadler (A. haliaëtus L.), 60 cm lang, 1,8 m breit, oberseits dunkelbraun, unterseits weiß, mit dunkelbraunem Brustband, lebt an Seen und Flüssen Europas, Asiens und Nordamerikas. Der Schlangenadler (A. brachydactyla Leisl.), 70 cm lang, 1,8 m breit, oberseits dunkelbraun, unterseits weiß, mit dunkelbraunem Brustband, lebt in Südeuropa, Asien und Afrika. Der Zwergadler (A. pennata Gm.), 50 cm lang, 1,2 m breit, dunkelbraun, mit weißem Bürzel, lebt in Südeuropa, Asien und Afrika. Der Kaiseradler (A. heliaca Savigny), 80 cm lang, 2,2 m breit, dunkelbraun, mit goldgelbem Nacken, lebt in Südeuropa, Asien und Afrika. Der Schreiadler (A. clanga Pall.), 70 cm lang, 1,8 m breit, dunkelbraun, mit weißem Bürzel, lebt in Südeuropa, Asien und Afrika. Der Zwergadler (A. pennata Gm.), 50 cm lang, 1,2 m breit, dunkelbraun, mit weißem Bürzel, lebt in Südeuropa, Asien und Afrika. Der Kaiseradler (A. heliaca Savigny), 80 cm lang, 2,2 m breit, dunkelbraun, mit goldgelbem Nacken, lebt in Südeuropa, Asien und Afrika. Der Schreiadler (A. clanga Pall.), 70 cm lang, 1,8 m breit, dunkelbraun, mit weißem Bürzel, lebt in Südeuropa, Asien und Afrika.

Digitized by Google

ben Farbstoffen der Küpe. Nach dem Färben bringt man die Waffstücke bei 4 Atmosphären Druck in Dampf, wodurch die Farbe eingedämpft wird. Die beim Abdampfen der Küpe entstehende Farbe ist Indigo, in großer Menge zu gewinnen, wie die Indigofabrikation Bengalens zeigt, wo die Indigofabrikation in Blüte steht und Millionen, für Kulturen und Fabrikation verwendet werden. Der Indigo ist in der Hauptsache eingeführter und in Deutschland ausschließlich verwendeter Farbstoff. Er ist ein blauer, feiner Farbstoff, der in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist. Er ist in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist. Er ist in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist.

Abb. 98. Indigo-Küpe mit Zinkstaub und Natronlauge.

Der Indigo ist in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist. Er ist in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist.

Der Indigo ist in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist. Er ist in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist.

Der Indigo ist in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist. Er ist in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist.

Der Indigo ist in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist. Er ist in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Anilin, Phenol, Nitrobenzol, Eisessig und Alkalien unlöslich ist.

Fig. 43. Larva of Rhyssa persuasoria (Linnaeus). a Head. b Mandible. c Maxilla. d Labium. e Antenna. f Thoracic segment. g Abdominal segment. h Anal segment. i Spiracle. k Anal tubercle. l Ventral tubercle. m Dorsal tubercle. n Anal prolegs. o Ventral prolegs. p Dorsal prolegs. (After Ratzeburg.)

Digitized by the Internet Archive in 2010 with funding from University of Toronto

eines Vogels, einer Maus oder eines Maulwurfes. Die Leiche soll hauptsächlich ihrer Nachkommenschaft als Nahrung dienen. Sie legen an dieselbe ihre Eier ab, und indem sie allmählich von unten her die Erde weggraben und wegwühlen, veranlassen sie ihr Versinken im Erdboden. So sind sie also wirklich Totengräber, indem sie die Nahrung ihrer Larven an einen Ort schaffen, an welchem dieselben sich ungestört entwickeln können.

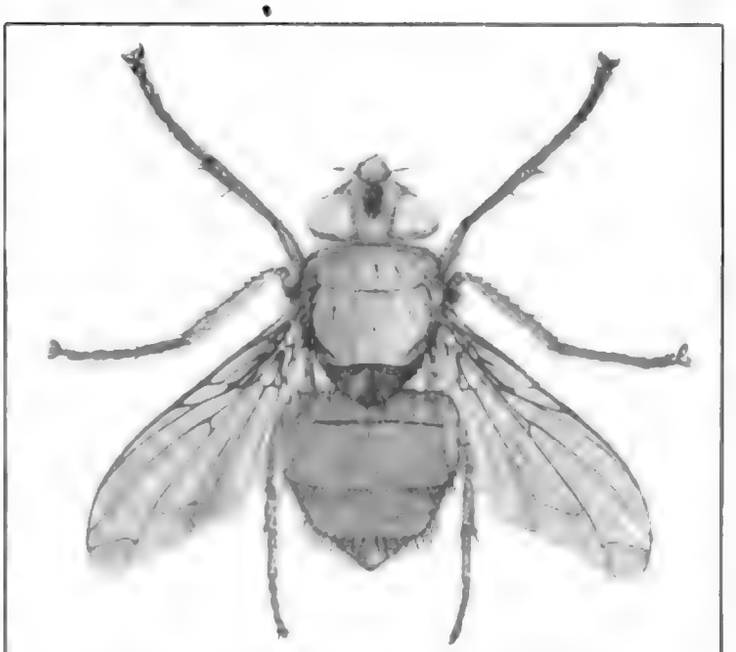


Abb. 208. Calliphora vomitoria Rob. D. Schmeißfliege. Orig. nach der Natur. Vergr. 8mal.

Etwas anderer Art, aber ebenfalls sehr eigenartig, ist die Anpassung, welche die Aasfliegen, die sogenannten Brummer, Fleisch- oder Schmeißfliegen (Calliphora vomitoria Rob. D.) für die Ernährung ihrer Larven ausgebildet haben. Es ist ja bekannt, daß diese Fliegen von weither den Geruch von Fleisch wahrnehmen. Wenn sie an das gewitterte Stück gelangt sind, so legen sie auf demselben ihre Larven in einem schon sehr weit entwickelten Zustand ab, und so sind wir oft sehr überrascht, an Fleisch, welches noch vor 24 Stunden frisch und unberührt schien, eine Menge von verhältnismäßig großen Würmern, d. h. Maden der Fliege, zu finden. Ein Weibchen kann etwa 300 Eier ablegen, und die ganze Entwicklung verläuft in ungefähr 4 Wochen.

Es ist oft angegeben worden, daß von Maden befallenes Fleisch besonders rasch fault, und es wurde dies teils auf mit dem Ei im Interesse der Larven vom Muttertier abgegebene Fermente, teils auf die Wirkung der Larven selbst zurückgeführt. Was wir bisher von diesen Zusammenhängen wissen, ist folgendes.

Die Maden der Aasfliegen sind mit mächtigen Speicheldrüsen versehen, welche wahrscheinlich mit ihrem Sekret eine Verdauung schon außerhalb des Madenkörpers einleiten. Jedenfalls ist sicher, daß von Maden bewohntes Fleisch (und ebenso Eiweiß) sich rasch verflüssigt und in Zersetzung übergeht. An dieser Auflösung hat wahrscheinlich das Speicheldrüsensekret der Fliegenlarven einen Anteil; ob er aber sehr wesentlich ist, läßt sich schwer entscheiden, da auf dem Fleisch eine reichliche Bakterienfauna sich entwickelt, die vor allem die Verflüssigung bewirken mag. Jedenfalls geht von Maden befallenes Fleisch so viel rascher in Fäulnis über als unberührtes, da die Maden beim Herumkriechen auf dem Fleisch Bakterien verbreiten und, indem sie Speicheldrüsensekret und vielleicht auch Mitteldarminhalt erbrechen, mögen sie nicht nur deren proteolytische Wirkung, sondern auch die der rasch sich vermehrenden Bakterien auf dem Fleisch ausstreuen. Eine ebenso unappetitliche Lebensweise wie die Larven der Schmeißfliege führen diejenigen der Käsefliege (Pyophila), die sogenannten Käsemaden (vgl. S. 255). Auch sie sind glänzend weiß und glatt und kommen oft in Massen in sehr faulem Käse vor. Dort fallen sie durch ihre merkwürdige Bewegungsweise auf, da sie sich in eigenartiger Weise auf den Kopf stellen, ihren Körper zu einem Kreis zusammenkrümmen und sich dann weit fortschnellen können. Sie kommen übrigens

Digitized by Google

auch an faulendem Fleisch und in Menschenkot vor. Einige dieser Formen haben die Neigung, auch noch im Sterben begriffene kränkelnde Tiere oder wunde eiternde Flächen bei solchen oder bei Menschen aufzusuchen und dort ihre Eier abzulegen. Wir werden später bei Besprechung der Parasiten (S. 283) Gelegenheit haben, derartige Fälle zu erwähnen.

An dieser Stelle müssen wir noch auf eine Anzahl von Tieren kurz eingehen, welche für uns Menschen von besonderem Interesse sind. Das sind die Leichenwürmer und anderen Tiere, welche dazu beitragen, den Zersetzungsprozeß der beerdigten Körper zu beschleunigen. Außer den unten (S. 257) behandelten Nematoden und gelegentlich vorkommenden Regenwürmern sind es Larven von Insekten, welche von den Laien als Leichen„würmer" bezeichnet werden. Es sind vielfach die nämlichen Arten, welche in der freien Natur die Kadaver aller möglichen Tiere und andere in Zersetzung begriffene organische Substanzen befallen. Aber dort ist ihre Lebensweise oft viel weniger genau untersucht als an den uns mehr interessierenden menschlichen Leichen.

Wenn Leichen von größeren Tieren oder von Menschen im Freien liegen und allmählich in Verwesung übergehen, so treten an ihnen eine Anzahl von verschiedenartigen Tieren auf, welche sich von den Substanzen des Körpers ernähren. Es sind ganz bestimmte Arten, und sie treten in einer ganz bestimmten Reihenfolge an den Leichen auf. Diese Reihenfolge ist keine zufällige, sondern hängt von dem Zustand ab, in welchem die Leiche sich gerade befindet. Ja, die Reihenfolge ist infolge der ernährungsbiologischen Bedingungen so gesetzmäßig festgelegt, daß man nach den jeweils vorhandenen Arten die Dauer bestimmen kann, die seit dem Tode des betreffenden Individuums verflossen ist. Es wird auch von dieser Tatsache zu gerichtlichen Zwecken Gebrauch gemacht.

Die eigentliche Ursache, welche das Vorhandensein bestimmter Aasfresser in den Leichen bedingt, beruht auf dem Grade der Zersetzung, den die organischen Bestandteile des Körpers erreicht haben. Diese Zersetzung wird durch Bakterien hervorgerufen, welche ebenfalls in einer gesetzmäßigen Reihenfolge nacheinander in der Leiche sich entwickeln. Je nach dem Zustande, in den die Leiche durch die Bakterien gebracht worden ist, strömt sie Gase aus, welche einen oft penetranten Geruch verbreiten, und welche eine anziehende Wirkung auf die verschiedenen aasbewohnenden Tiere ausüben. Ja, merkwürdigerweise scheinen manche von ihnen durch ihr Geruchsvermögen in den Stand gesetzt zu sein, Tieren oder Menschen anzumerken, ob sie wohl bald sterben werden. Dann pflegen sie hartnäckig seinen Körper und besonders dessen natürliche Öffnungen, Mund, Nasenlöcher, Augen usw. zu umschwärmen. Sofort nach dem Tod, ja selbst, wie gesagt, manchmal vor demselben, zeigen sich an den Körpern einige Arten von Fliegen. Es sind dies Formen wie unsere Stubenfliege (Musca domestica L.) und vor allem die Arten der Gattung Curtoneura, z. B. C. stabulans (Meig.), eine graue Fliege von 8—9 mm Länge, die man oft in Ställen, in der Nähe von Tierweiden, Misthaufen u. dgl. findet, welche wie die Stubenfliege auch vielfach in tierischem Kot sich entwickelt. Ihnen schließen sich die vorher schon erwähnten Schmeißfliegen (Calliphora vomitoria Rob. D.) an, denen nicht selten auf dem Fuße Anthomyia-Arten folgen. Sie legen in ungeheuren Mengen, oft zu vielen Tausenden, ihre Eier an der Oberfläche der Leiche ab; sehr rasch entwickeln sich aus ihnen die Larven, die in etwa acht Tagen, von dem Fleisch der Leiche genährt, ihre volle Größe erreichen, um sich dann in Form von kleinen braunen Tönnchen an der Außenseite der Leichen zu verpuppen. Die zweite Gruppe besteht aus denjenigen Formen, welche herbeikommen, sowie der erste Leichengeruch sich auch für uns bemerklich macht. Es sind dies die Arten der Gattung Lucilia und Sarcophaga. Die erstere enthält in der schönen, metallisch blauen Lucilia caesar Rob. D. eine

Digitized by Google

Bombus terrestris (Linnaeus, 1758) (Apidae) (Fig. 1). Length of body 15–22 mm. Body colouration: head, thorax and abdomen black with yellow hairs; tip of abdomen white. Wings: hyaline. Legs: black. Distribution: Europe, Asia Minor, Caucasus, Siberia, Japan, Canada, Alaska, Greenland. Habitat: meadows, gardens, parks, forests. Biology: nests in the ground, in old mouse nests, in bird nests, in nest boxes, in compost heaps, in hollow trees, in cavities in walls, in roof spaces, in bird boxes, in bat boxes, in hollow stems of plants, in hollow stems of shrubs, in hollow stems of trees, in hollow stems of herbs, in hollow stems of grasses, in hollow stems of sedges, in hollow stems of rushes, in hollow stems of reeds, in hollow stems of bamboo, in hollow stems of maize, in hollow stems of sunflowers, in hollow stems of hemp, in hollow stems of flax, in hollow stems of cotton, in hollow stems of tobacco, in hollow stems of potatoes, in hollow stems of tomatoes, in hollow stems of peppers, in hollow stems of aubergines, in hollow stems of courgettes, in hollow stems of cucumbers, in hollow stems of melons, in hollow stems of pumpkins, in hollow stems of squashes, in hollow stems of gourds, in hollow stems of watermelons, in hollow stems of sweet potatoes, in hollow stems of yams, in hollow stems of taro, in hollow stems of cassava, in hollow stems of manioc, in hollow stems of arrowroot, in hollow stems of ginger, in hollow stems of turmeric, in hollow stems of galangal, in hollow stems of cardamom, in hollow stems of vanilla, in hollow stems of pepper, in hollow stems of betel, in hollow stems of kava, in hollow stems of kola, in hollow stems of coffee, in hollow stems of tea, in hollow stems of cocoa, in hollow stems of rubber, in hollow stems of gutta-percha, in hollow stems of balata, in hollow stems of chicle, in hollow stems of guayule, in hollow stems of jelutong, in hollow stems of pontianak, in hollow stems of perillo, in hollow stems of sorva, in hollow stems of massaranduba, in hollow stems of maçaranduba, in hollow stems of sapodilla, in hollow stems of sapote, in hollow stems of mamey, in hollow stems of star apple, in hollow stems of abiu, in hollow stems of canistel, in hollow stems of lucuma, in hollow stems of pouteria, in hollow stems of chrysophyllum, in hollow stems of manilkara, in hollow stems of mimusops, in hollow stems of achras, in hollow stems of bumelia, in hollow stems of sideroxylon, in hollow stems of argania, in hollow stems of dipholis, in hollow stems of labourdonnaisia, in hollow stems of tieghemella, in hollow stems of baillonella, in hollow stems of butyrospermum, in hollow stems of vitellaria, in hollow stems of shea, in hollow stems of karité, in hollow stems of illipe, in hollow stems of mowrah, in hollow stems of phulwara, in hollow stems of dhupa, in hollow stems of sal, in hollow stems of shorea, in hollow stems of dipterocarpus, in hollow stems of hopea, in hollow stems of vatica, in hollow stems of parashorea, in hollow stems of pentacme, in hollow stems of anisoptera, in hollow stems of cotylelobium, in hollow stems of neobalanocarpus, in hollow stems of balanocarpus, in hollow stems of stemonoporus, in hollow stems of doona, in hollow stems of monotes, in hollow stems of marquesia, in hollow stems of pseudomonotes, in hollow stems of isoptera, in hollow stems of pseudocopaifera, in hollow stems of copaifera, in hollow stems of hymenaea, in hollow stems of trachylobium, in hollow stems of guibourtia, in hollow stems of berlinia, in hollow stems of anthonotha, in hollow stems of gilbertiodendron, in hollow stems of julbernardia, in hollow stems of brachystegia, in hollow stems of cynometra, in hollow stems of tamarindus, in hollow stems of detarium, in hollow stems of dialium, in hollow stems of afzelia, in hollow stems of intsia, in hollow stems of cassia, in hollow stems of senna, in hollow stems of bauhinia, in hollow stems of piliostigma, in hollow stems of schnella, in hollow stems of tylosema, in hollow stems of lysiphyllum, in hollow stems of phanera

Fig. 1. Male Stag Beetle (*Lucanus cervus*)

Fig. 2. Female Stag Beetle (*Lucanus cervus*)

The Stag Beetle, Fig. 1, is the largest of our British beetles, and is found in woods and gardens, where it lives on the sap of trees. The female, Fig. 2, is smaller than the male, and has smaller jaws. The larva, Fig. 3, lives in rotten wood for three years before it changes into a pupa, Fig. 4, and then into a beetle. The Stag Beetle flies in the evening, and is sometimes attracted by lights.

Fig. 3. Larva of Stag Beetle

Fig. 4. Pupa of Stag Beetle

The Rose Chafer, Fig. 5, is a beautiful beetle, which is found in gardens, where it feeds on the petals of flowers. The larva, Fig. 6, lives in the ground, and feeds on the roots of plants. The pupa, Fig. 7, is found in the ground.

Fig. 5. Rose Chafer (*Cetonia aurata*)

Fig. 6. Larva of Rose Chafer

Fig. 7. Pupa of Rose Chafer

The Cockchafer, Fig. 8, is a large beetle, which is found in woods and gardens, where it feeds on the leaves of trees. The larva, Fig. 9, lives in the ground for three years before it changes into a pupa, Fig. 10, and then into a beetle. The Cockchafer flies in the evening, and is sometimes attracted by lights.

Fig. 8. Cockchafer (*Melolontha vulgaris*)

Fig. 9. Larva of Cockchafer

Fig. 10. Pupa of Cockchafer

The Ground Beetle, Fig. 11, is found in gardens, where it feeds on other insects. The larva, Fig. 12, lives in the ground, and feeds on the roots of plants. The pupa, Fig. 13, is found in the ground.

Fig. 11. Ground Beetle (*Carabus auratus*)

Fig. 12. Larva of Ground Beetle

Fig. 13. Pupa of Ground Beetle

Eiern herrühren, aber ein großer Teil der Leichenfresser muß doch erst nachträglich die Leiche aufgesucht haben.

Nach den Untersuchungen von Mégnin fanden sich an Leichen, die zwei Jahre in der Erde gelegen hatten, Puppenhüllen und Larven der verschiedenen obengenannten Insekten. Doch ließ der Entwicklungszustand erkennen, daß sie ihre Tätigkeit an der Leiche in einer bestimmten Reihenfolge angetreten hatten. Die Puppenhüllen der Calliphora und Curtoneura waren schon längst verlassen, nicht so lange die der Anthomyiden, die Phora waren aber erst kürzlich verpuppt und lagen in ihren Fäzes in ungeheuren Mengen auf der Oberfläche der Leichen. Die Käferlarven (Rhizophagus) waren noch in voller Tätigkeit.

Daraus, daß Calliphora, Curtoneura und Anthomyiden auf allen Leichen vorkommen, die im Sommer beerdigt werden, daß sie aber auf jenen fehlen, die im Winter ins Grab kamen, kann man schließen, daß ihre Eier abgelegt worden waren, solange die Leichen noch unbeerdigt waren. Die Larven von Phora und die Käfer, die sich auch auf den Winterleichen fanden, müssen aus Eiern hervorgegangen sein, die ihre Eltern, wohl durch den Verwesungsgeruch angezogen, an der Oberfläche der Erde abgelegt hatten. Die jungen Larven müssen sich nach dem Ausschlüpfen den Weg zu ihrer Nahrung gebahnt haben.

Die aus den Puppen ausschlüpfenden Imagozustände der Fliegen und Käfer sind übrigens durchaus befähigt, sich den Weg durch die Erde an die Oberfläche zu bahnen. Neuerdings ist das durch spezielle Experimente bestätigt worden, welche amerikanische Forscher angestellt haben, um die Ansteckungsgefahr zu erkennen, welche von vergrabenen Fäkalien von Menschen ausgeht, die an ansteckenden Krankheiten leiden. Sie stellten fest, daß Imagines von Sarcophaga, Ophrya und Musca domestica L. durch Sandschichten von 1—2 m sich durcharbeiten, nachdem sie ihre Metamorphose in den so tief vergrabenen Fäzes durchgemacht haben.

14. Kot- und Fäulnisbewohner. Saprozoen.

In allen faulenden Substanzen, welche in und auf dem Boden liegen, kommt schließlich noch eine Gruppe von Tieren vor, die wir wegen ihres großen biologischen Interesses wenigstens kurz erwähnen müssen. Es sind dies die fäulnisbewohnenden Fadenwürmer oder Nematoden, über deren Naturgeschichte wir neuerdings vor allem durch die vorzüglichen Arbeiten von Maupas unterrichtet worden sind. Wo ein Stück Fleisch, ein toter Körper im Boden fault, da werden von allen Seiten die im Boden vorhandenen Nematoden, vor allem Rhabditis-Arten, zu ihm herangelockt. In dem sich verflüssigenden Körper finden sie reichlich Ernährung, an dem Saft und den Trümmern desselben und vor allem an der reichlichen Flora von Bakterien und Pilzen, die hier zur Entwicklung kommen. Nach einiger Zeit nimmt aber die reichliche Ernährung ab. Der Körper des toten Tieres ist ausgelaugt, seine organischen Substanzen sind zersetzt, auch ist vielfach eine Austrocknung eingetreten. Dann beginnen jene kleinen Fadenwürmer, welche eine Größe von Bruchteilen eines Millimeters bis zu höchstens einigen Millimetern erreichen, sich zu enzystieren. Dies geschieht, indem die Tiere, welche sich ja während des Wachstums häuten, nach einer erfolgten Häutung in der alten Larvenhaut bleiben (Abb. 213 S. 259). Dort verharren sie in einem Starrezustand und vermögen lange der Austrocknung und dem Nahrungsmangel zu widerstehen. Sobald aber selbst in ziemlich großer Entfernung ein neuer Fäulnisherd sich bildet, erwachen sie unter dem Einfluß der bis zu ihnen dringenden ausgelaugten Stoffe aus dem Ruhezustand und bewegen sich durch die Erde zu der Quelle neuer Nahrung hin. Dort angelangt, wachsen sie heran und produzieren eine Menge von Nachkommenschaft. So geht das

Digitized by Google

eine Reihe von Generationen hindurch weiter, bis wieder Nahrungsmangel eintritt und das Leben der Art durch die enzystierten Larven gesichert wird. Dieses periodische Aufblühen der Art, welches mit Dauer- und Ruhezuständen abwechselt, erinnert sehr an die biologischen Verhältnisse, wie wir sie bei Bewohnern kleiner austrocknender Süßwassertümpel finden. Und so ist es denn auch nicht erstaunlich, daß die Fortpflanzungsverhältnisse der fäulnisbewohnenden Nematoden in mancher Beziehung sehr an diejenigen der Daphniden und anderer Tümpelbewohner erinnern. Auch bei unseren Nematoden kommen parthenogenetische Entwicklung und Wechsel von Parthenogenese mit geschlechtlicher Fortpflanzung vor.

Wir haben schon oben erwähnt, daß viele der Formen, welche sich von toten Tierkörpern ernähren, auch als gelegentliche Nahrung den Kot von Tieren nicht verschmähen. Es gibt nun eine nicht geringe Anzahl von Tierarten, welche in ihrer Ernährung direkt als Spezialisten auf den Kot anderer Tiere angewiesen sind. Besonders bekannt ist dies für eine Anzahl von Käferarten, welche wir infolge dieser Abhängigkeit direkt als Mistkäfer bezeichnen. Diese leben im erwachsenen Zustande selbst von Mist, und auch ihre Larven werden in oft sehr komplizierter Weise mit der geeigneten Mistnahrung versorgt.

Bei vielen Formen, besonders bei solchen, deren Larvenzeit ziemlich kurz dauert, ist allerdings der Vorgang ein sehr einfacher und erinnert durchaus an die Lebensweise anderer fäulnisbewohnender Tiere. Frisch abgelegter Dung von Säugetieren ist ja meist eifrig von allen möglichen Insekten umflogen, welche durch seinen Geruch oft von weither angelockt werden. Sie kommen herbei, teils um selbst zu fressen, teils um in oder an dem Dung ihre Eier abzulegen. Es kommen da vor allem in Betracht eine ganze Anzahl von Fliegen- und von Käferarten.

Jeder von uns hat ja schon beobachtet, wie der Kot von Menschen oder Tieren oft von ungeheueren Schwärmen von Fliegen aufgesucht wird, kaum nachdem er abgelegt worden ist. Viele von ihnen suchen für sich selbst an ihm Flüssigkeit, Ersatz für Wasser; manche fressen auch an ihm; die Mehrzahl legt aber hier nur ihre Eier ab. Ganz besonders auffallend ist eine gelb behaarte Fliege, die Dungfliege (Scatophaga stercoraria L.). Wie viele der gleich zu nennenden anderen Arten nährt sie sich selbst im erwachsenen Zustand von pflanzlichen Stoffen, zum Teil auch von Insekten. Die Larven jedoch leben im Kot und nähren sich von ihm. Ein Haufen von Kot ist oft nach allen Richtungen von den Freßgängen der Larven durchsetzt, und die ganze Oberfläche kann von Hunderten und Tausenden dieser „weißen Würmer" bedeckt sein.

Außer der Dungfliege kommen von größeren Formen vor allem in Betracht: Lucilia caesar L. und Sarcophaga carnaria L.; von den kleineren Formen Anthomyia meteorica L. und lardaria Fabr., von den ganz kleinen Formen Psychoda phalenoides Meig., Scatopse notata L., Sepsis cylindrica Fabr., Arten der Gattungen Bibio, Borborus und viele andere.

Ähnlich wie sie leben viele Mistkäfer und ihre Larven. Auch unter den Käfern gibt es manche, welche im erwachsenen Zustand Blumen besuchen, während ihre Larven von Dung leben. Aber die meisten von ihnen sind während ihres ganzen Lebens Mistfresser. Es ist ganz besonders der an unaufgeschlossenen Nahrungsmitteln noch sehr reiche Mist von Huftieren und Nagetieren, also von Pflanzenfressern, den sie bevorzugen. Oft sieht man in ähnlich großen Schwärmen, wie die Fliegen, kleine Käfer aus der Gruppe der Kurzdecker (Staphylinen), die Kothaufen umfliegen. Sie sind durch ihre Geruchsorgane oft von weither durch die Luft herbeigeführt worden. In großen Massen durchwühlen den Mist die Imagines und Larven der Arten von Philonthus, Aphodius und anderen Gattungen.

Digitized by Google

Diejenigen Formen jedoch, welche wir im engeren Sinne als Mistkäfer bezeichnen, gehen in etwas komplizierterer Weise mit ihrem Futtermaterial um. Viele von ihnen wandern an die Kotklumpen heran, bauen dann, wie unsere Roßkäfer, unterhalb des Kotklumpens Gänge in die Erde, in welche sie Klumpen des Kotes hineinschleppen; andere schaffen den Kot an entfernte Stellen, um ihn da zu verzehren oder als Nahrung für ihre Brut zuzurichten. Die seltsamen Skulpturen an Kopf und Halsschild vieler Mistkäfer, die eigentümliche Form ihrer Beine steht im engsten Zusammenhang mit der Art, in welcher sie den Mist bearbeiten. Bei uns gibt es Käfer aus der Gattung Sysiphus, in den Mittelmeerländern die heiligen Skarabäen (Ateuchus) und ihre Verwandten, welche in einer sehr merkwürdigen Weise Kugeln aus dem Mist von Pferden und Schafen formen; diese Kugeln rollen sie oft auf weite Entfernungen vor sich her, um sie dann in eine selbstangefertigte unterirdische Höhle zu bringen und dort in aller Ruhe zu verzehren. Nach den Untersuchungen des vorzüglichen französischen Entomologen Fabre fertigen die Skarabäen eine ganz besondere Sorte von Kotgebilden an, um an denselben ihre Eier abzulegen. Die Brutnahrung ist zum Unterschied von den Kugeln, welche die Skarabäen zu ihrer eigenen Nahrung an verborgene Plätze schleppen, in äußerst sorgfältiger Weise in Gestalt einer Birne zurechtgeknetet, wobei in dem verschmälerten Teil eine Nische für das Ei ausgespart wird. Das Ei liegt dort umgeben von weicher, vom Muttertier sorgsam vorpräparierter Kotsubstanz. Die äußeren Lagen der Birne sind immer dichter und fester, so daß der innerste Teil, selbst bei sehr trockenem Wetter, lange Zeit feucht und weich bleibt und somit eine geeignete Nahrung für das junge heranwachsende Tier bildet.

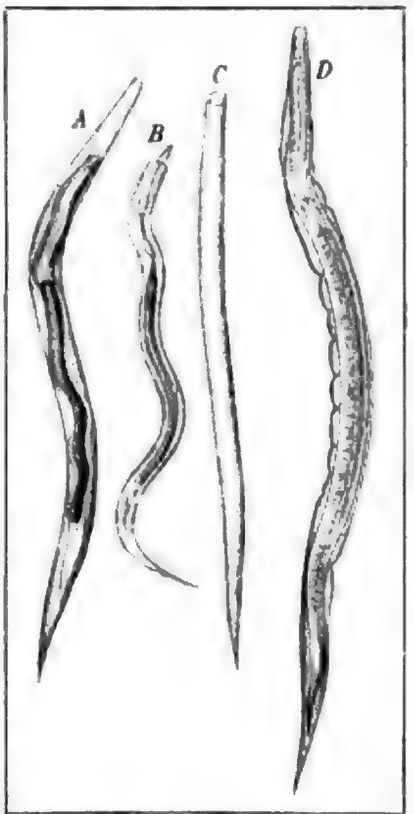


Abb. 213. Bodennematoden und ihre Cysten.
A encystierte Larve von Rhabditis Cunsanoli, Vergr. 105 mal; *B* von Angiostoma limacis, Vergr. 165 mal; *C* leere Cystenhülle von *A*, Vergr. 75 mal; *D* encystierte Larve von Rhabditis Marionis, Vergr. 105 mal.
Nach Maupas.

Auch Regenwürmer, wie z. B. Allolobophora foetida, finden sich häufig im Mist oder in von Düngerjauche reichlich durchsetzter Erde. An solchen Stellen finden wir eine ganze Anzahl von anderen Tieren, wie z. B. bestimmte Insektenlarven. So ist am Rande von Misthaufen und auf ländlichen Aborten die sogenannte Rattenschwanzlarve eine sehr charakteristische Erscheinung, eine Form, deren tönnchenförmiger Körper in einen langen fadenförmigen Fortsatz ausläuft. Derselbe trägt an seinem Ende Stigmenöffnungen, durch welche die Larve atmen kann, wenn sie sie aus der Mistjauche an die Oberfläche emporstreckt. Die ausgewachsene Fliege (Eristalis tenax L. und verwandte Arten) selbst ist eine Blumensucherin, die oft zu Tausenden die weißen Dolden auf blühenden Wiesen umschwärmt. (Vgl. Seite 189.)

Mit der Menge der in ihr enthaltenen faulenden organischen Substanzen sinkt die Menge des freien Sauerstoffs in der Mistjauche und ähnlichen Flüssigkeiten. Selbst wo der Sauerstoffgehalt sehr gering ist, können an ihrer Oberfläche eine ganze Anzahl von Organismenarten fortkommen, die von ihren organischen Bestandteilen zehren. Man kann sehr häufig die grünen Überzüge an Abflüssen von Düngerhaufen beobachten, die aus Millionen kleiner grüner Flagellaten aus der Gattung Euglena oder Polytoma zusammenge-

Digitized by Google

setzt sind. Es sind das Organismen, welche auf der Grenze zwischen dem Tier- und Pflanzenreich stehen. Mit ihrer Geißel sind sie frei beweglich wie tierische Organismen, aber sie nehmen nicht wie solche geformte Nahrung durch Verschlucken auf, sondern sie produzieren mit Hilfe ihres grünen Farbstoffes organische Substanz aus unorganischem Material. Sie können es wenigstens. Um aber gut zu gedeihen, bedürfen sie einer gewissen Quantität von gelöster organischer Substanz; ja, sie können sogar allein von solcher leben. Zwingt man sie dazu, indem man sie in organischen Lösungen im Dunkeln hält, so verlieren sie ihren grünen Farbstoff und gleichen vollkommen farblosen Flagellaten.

Damit stellen sie wirkliche Übergangsglieder zu einer Gruppe von Organismen dar, welche in organischen Lösungen und fauligen Substanzen sehr vielfach vorkommen und biologisch von größtem Interesse sind. Die Tiere, von denen ich jetzt sprechen will, bezeichnet man auch als Saprozoen. Sie kommen in der freien Natur nur da vor, wo organische Substanzen in Fäulnis übergehen. Im Reagenzglas könnte man sie in entsprechenden Substanzen wohl auch halten, ohne daß Fäulnis mit im Spiele wäre, wenn es nur gelänge, sie steril in die richtig zusammengesetzten Kulturflüssigkeiten zu bringen.

Das Charakteristische bei solchen Saprozoen ist ihre Unabhängigkeit von geformter Nahrung. Sie leben von gelösten organischen Substanzen, die sie vielfach durch Osmose in ihren Körper aufnehmen. Viele von ihnen haben überhaupt keine Mundöffnung. Ihre Ernährungsweise ist noch viel zu wenig im einzelnen studiert. Das gilt z. B. von dem Essigälchen (Anguillula aceti Ehrbg.), welches in Essigrückständen, altem Essig, saurem Kleister usw. vorkommt und durch massenhaftes Auftreten eine milchige Trübung der sonst klaren Flüssigkeiten hervorruft. In ländlichen Gasthäusern, Bahnhofsrestaurants auf kleinen Stationen sieht man oft die Essigflaschen von Millionen dieser kaum einen Millimeter langen Fadenwürmer aus der Klasse der Nematoden erfüllt. Ihr Stoffwechsel, der es ihnen gestattet, die so einfach zusammengesetzte organische Flüssigkeit, in der sie leben, auszunützen, muß sehr eigenartig sein.

Eines steht aber für viele dieser Saprozoen fest, und das ist die merkwürdige Tatsache, daß sie von der Anwesenheit freien Sauerstoffes vollkommen unabhängig sind; sie sind Anaërobionten. Die Energie, welche sie zu ihren Lebensleistungen ebenso wie alle anderen Organismen aufbringen müssen, können sie also nicht aus der üblichen Form der Verbrennungen bestreiten, und so sehen wir denn bei ihnen vielfach Reservesubstanzen, besonders Glykogen, in großer Menge angehäuft, welche unter merkwürdigen Spaltungserscheinungen die nötige Energie produzieren. Es gibt alle möglichen Übergänge zu den vollkommen anaërobiontischen Schlammbewohnern, und zwar finden wir sie speziell bei Tieren, deren Lebensweise derjenigen der Schlammbewohner ähnlich ist: ein Regenwurm kann einen Tag, Strudelwürmer können 1—2 Tage, Pferde- und Blutegel (Aulastoma und Hirudo) sogar 3—4 Tage in ausgekochtem Wasser leben, während Krebse, Asseln, Wasserkäfer oder Milben schon nach wenigen Stunden darin zugrunde gehen. Der früher zu den Nematoden gerechnete Saitenwurm (Gordius aquaticus) wird durch 24stündige Sauerstoffentziehung zwar bewegungslos gemacht, aber nicht getötet; er erholt sich an der Luft wieder.

Es kann leicht beobachtet werden, daß an solchen Stellen, wo langsam fließendes Wasser durch Zuflüsse, die stark durch organische Substanzen verunreinigt sind, in seiner Zusammensetzung gestört wird, die Fauna sich in kurzer Zeit vollkommen verändert. Ganz charakteristische Tierformen treten auf und, während sie dominieren, verschwindet allmählich die Fauna der reinen Gewässer. Man kann das überall feststellen, wo die Kanalisation von Städten, die Abwässer von Zellulose-, Zucker- und anderen Fabriken oder von

Digitized by Google

Haubitzen in Belgien mit Kuppel-Schiffs-Lafetten. Die Einrichtung der Haubitze ist die einer Gun mit langer Rückstoßlänge, Hydraulischer Bremse und Hydropneumatischer Wiederholung, bei ungemeiner Rückstoßlänge und Leichtigkeit.

Die Lafette ist eine Kuppel-Schiffs-Lafette, bei welcher die Kuppel auf einem Kugelsegment ruht, das in einer Kugelschale sich bewegt, und durch Hebel und Zahnstangen mit Kurbeln gerichtet wird. Die Kuppel ist mit einem Panzerschild verbunden, das, durch Scharnier und Hebel, mit der Kuppel sich hebt und senkt. Die Kugelschale ruht auf Zapfenlagern und wird an einem Ringbalken durch Schrauben befestigt.

Belgische Haubitze mit Kuppel-Schiffs-Lafette. Ansicht von vorn.

14. Haubitzen.

Einen Haubitzen ähnlichen Zweck hat auch Lagrafsons Mörser-Kanone (Lagrafson's Mortar Gun), welche Sir Lagrafson in Liverpool erfunden hat. Diese Kanone besteht darin, daß in eine Gun von Hinterladung ein verhältnißmäßig kurzer Mörser-Lauf eingesetzt wird, der mit einer Kammer versehen ist, welche die Ladung aufnimmt, und welche mit dem Lauf ein Monoblockstück bildet. Ferner ist der Mörser-Lauf mit einem Verschluß versehen, welcher dem Hinterlader-Verschluß der Gun ähnlich ist. Die Kammer des Mörser-Laufes ist kleiner als der Seelendurchmesser der Gun, und ist mit einem Ringe umgeben, welcher den Zwischenraum zwischen Mörser-Lauf und Gun-Seele ausfüllt, und welcher beim Abfeuern der Ladung gegen den Gun-Lauf sich anlegt, und so das Entweichen der Gasse verhindert. Durch diese Einrichtung wird es möglich, daß man in jede Kanone, je nachdem sie als Gun oder als Mörser gebraucht werden soll, entweder den Gun-Lauf oder den Mörser-Lauf einsetzen kann, ohne daß Gas-Verluste stattfinden. Die Ladung selbst wird bei dem Mörser-Laufe durch Pulver-Kuchen gebildet, welche durch Pressung hergestellt werden.

Die Lafette ist eine Kuppel-Schiffs-Lafette, bei welcher die Kuppel auf einem Kugelsegment ruht, das in einer Kugelschale sich bewegt, und durch Hebel und Zahnstangen mit Kurbeln gerichtet wird. Die Kuppel ist mit einem Panzerschild verbunden, das, durch Scharnier und Hebel, mit der Kuppel sich hebt und senkt. Die Kugelschale ruht auf Zapfenlagern und wird an einem Ringbalken durch Schrauben befestigt.

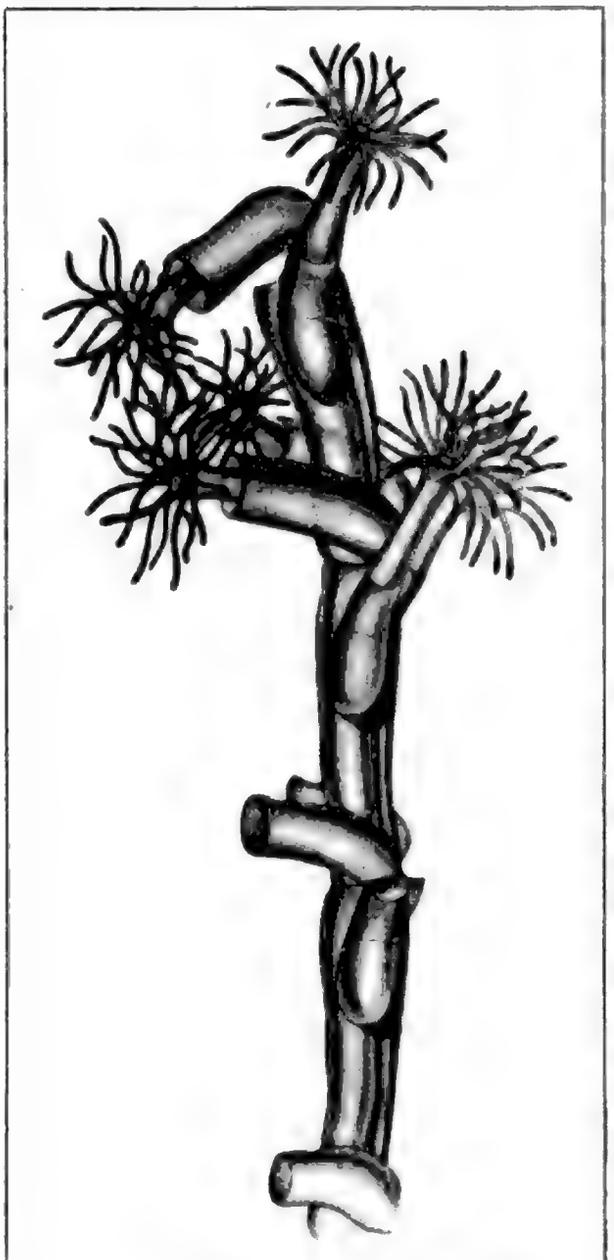


Abb. 215.
Hebella calcarata mit Sertularia cornicina in abhängigem Wachstum zusammenwachsend. Vergr. 20 mal. Abgeändert nach Nutting.

wir können also über die Gewebesymbiose bei ihnen nichts Bestimmtes aussagen.

Auch enge Durchflechtung von Hydroidenstöcken mit Schwämmen und Korallen sind bekannt. Auf Tafel III ist eine Gorgonide aus dem japanischen Meer abgebildet, welche stets mit einem Hydroidpolypen vergesellschaftet gefunden wird; jeder Polyp der Koralle ist von einem ganzen Kranz von Hydroidpolypen umgeben. In ähnlicher Weise findet man Aktinienkolonien der Gattung Palythoa stets auf den Stielen der Glasschwämme der Gattungen Hyalonema (vgl. Abb. 214) und Axinella. Besonders interessant sind die Beziehungen verschiedener Hydroidpolypenarten zueinander. Viele kleinere zartere Arten benützen andere sessile Tiere, vor allem aber die Stöcke kräftigerer Hydroidenarten, um an ihnen emporzuranken. Manche davon zeigen in ihrer Wachstumsform eine weitgehende Anpassung an diejenige ihres Wirts. So rankt Hebella parasitica Ciam. an den Stämmchen von Plumulariden (Plumularia, Aglaophenia) empor, und zwar verläuft stets ein einziger Hauptstamm an der Vorderseite desjenigen der Plumularide. In seiner Verzweigung folgt er derjenigen seines Trägers, und seine Polypen wachsen so hervor, daß sie die Zwischenräume zwischen denjenigen des Trägers ausnützen und durch dessen Nesselbatterien geschützt werden. Ein ähnliches Polypenmosaik bilden Hebella calcarata Ag. und Sertularia cornicina nach Nutting (Abb. 215). Manchmal gehen solche Beziehungen direkt in Parasitismus über, indem die „Epizoen" ihren Wirt, ähnlich wie das von Epiphyten bekannt ist, ersticken, ihm Nahrung und Sauerstoff absaugen. Ein Hydroidpolyp ist sogar ein echter Parasit geworden, Lafoëa dispolians Warren, der in einer Sertularia im Coenosark wächst und in deren Kelchen, nach Verdrängung der zugehörigen Polypen, die eigenen entfaltet.

Viel mehr Einzelheiten sind über die Zellsymbiose von Algenzellen mit tierischen Zellen bekannt. In sehr vielen niederen Tieren finden sich in den Zellen grüne oder gelbe Körper, die man früher als Bestandteile der Zellen selbst ansah; man glaubte, sie entsprächen den Chromatophoren der Pflanzenzellen, und nahm infolgedessen an, daß es auch Tiere gäbe, die mit Hilfe des Sonnenlichtes unter Vermittlung ihres Farbstoffes aus anorganischen Bestandteilen organische Substanz aufzubauen vermöchten.

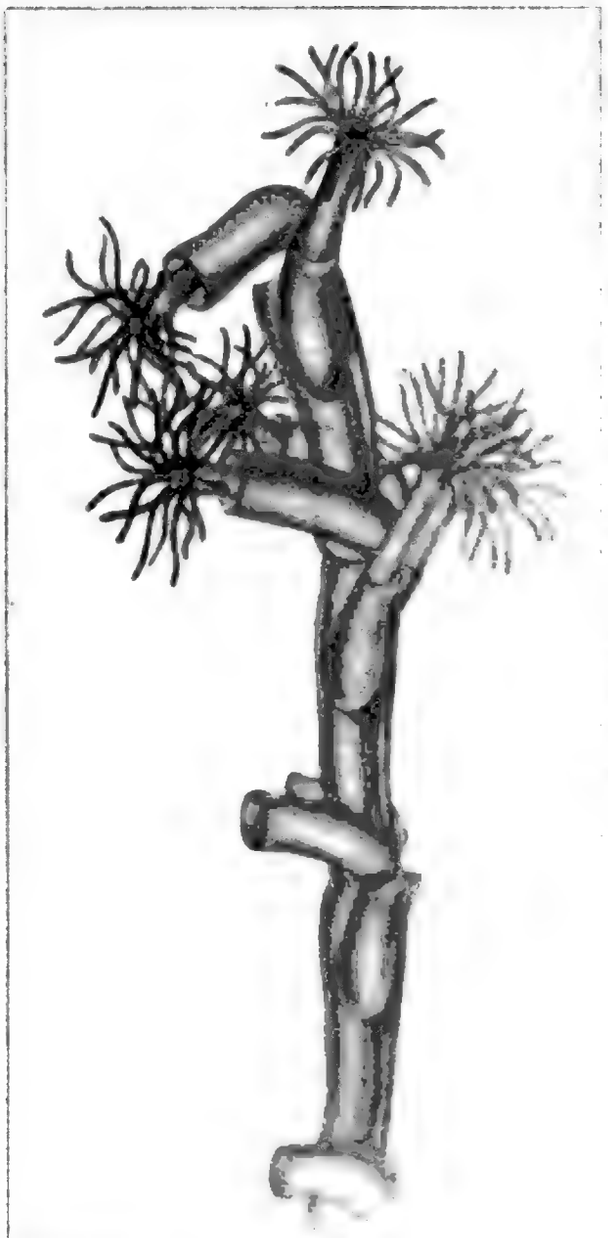
Digitized by Google

Natural History Museum Library

Fig. 1. [illegible]

Rotaliidae von Zittel, 1881 (Text)

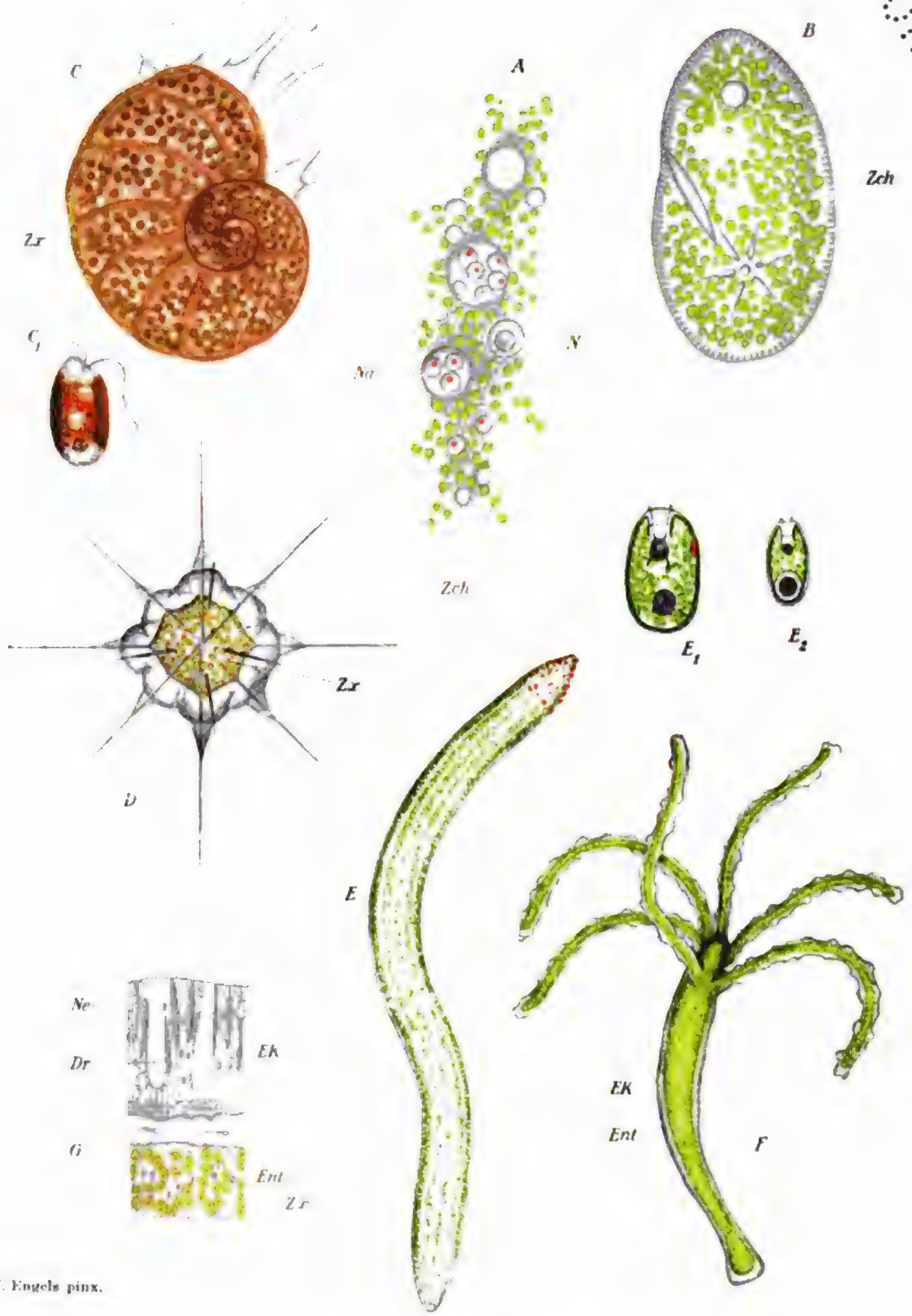
of Rotalia beccarii (Linné) as Foraminifera. — Fig. 2. Rotalia beccarii (Linné). — Fig. 3. Rotalia beccarii (Linné) var. tepida Cushman. — Fig. 4. Rotalia beccarii (Linné) var. parkinsoniana d'Orbigny. — Fig. 5. Rotalia beccarii (Linné) var. flevensis Cushman. — Fig. 6. Rotalia beccarii (Linné) var. elegans Cushman. — Fig. 7. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 8. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 9. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 10. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 11. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 12. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 13. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 14. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 15. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 16. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 17. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 18. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 19. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 20. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 21. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 22. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 23. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 24. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 25. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 26. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 27. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 28. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 29. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 30. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 31. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 32. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 33. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 34. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 35. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 36. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 37. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 38. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 39. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 40. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 41. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 42. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 43. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 44. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 45. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 46. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 47. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 48. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 49. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 50. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 51. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 52. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 53. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 54. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 55. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 56. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 57. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 58. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 59. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 60. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 61. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 62. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 63. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 64. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 65. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 66. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 67. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 68. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 69. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 70. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 71. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 72. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 73. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 74. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 75. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 76. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 77. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 78. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 79. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 80. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 81. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 82. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 83. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 84. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 85. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 86. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 87. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 88. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 89. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 90. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 91. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 92. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 93. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 94. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 95. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 96. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 97. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 98. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 99. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny. — Fig. 100. Rotalia beccarii (Linné) var. rosea d'Orbigny.



wir können also über die Gewebesymbiose bei ihnen nichts Bestimmtes aussagen.

Auch enge Durchflechtung von Hydroidenstöcken mit Schwämmen und Korallen sind bekannt. Auf Tafel III ist eine Gorgonide aus dem japanischen Meer abgebildet, welche stets mit einem Hydroidpolypen vergesellschaftet gefunden wird; jeder Polyp der [illegible] ist von einem ganzen Kranz von Hydroidpolypen umgeben. In ähnlicher Weise [illegible] man Korallenkolonien der Gattung [illegible] an den Zweigen der Gas-

Digitized by Google



W. Engels pinx.

Symbiose von Tieren mit Algen.

A Amoeba viridis Leidy u. Gruber. *B* Paramaecium bursaria (Ehrb.). Orig. Vergr. 250 ×. *C* Polystomella crispa Lam., Orig. Vergr. 250 ×. C_1 Cryptomonas schaudinni W. nach Winter. Vergr. 500 ×; Zoosporen aus Peneroplis pertusus. *D* Acanthometra elastica Joh. Müll. nach R. Hertwig. Vergr. 250 ×. *E* Convoluta roscoffensis nach v. Graff. Vergr. 30 ×. E_1 E_2 Carteria sp.. Vergr. 400 ×; Zoochlorella aus Convoluta, nach Gamble u. Keeble. *F* Hydra viridis L., Orig. Vergr. 25 ×. *G* Querschnitt durch den Tentakel einer Aktinie Anthea cereus nach Pertwig. Vergr. 250 ×. *Zr* Zoosporellen. *Zch* Zoochlorellen. *N* Kern. *Na* Aufgenommene Nahrungsbrocken in Vakuolen. *Ek* Ektoderm. *En* Entoderm. *Dr* Drüsenzellen. *Ne* Nesselkapseln.

Digitized by Google

Seit den Forschungen Brandts ist es aber immer klarer geworden, daß jene grünen Körper, welche man in Protozoen, Cölenteraten, Würmern usw. antrifft, pflanzliche Organismen sind, die mit den tierischen Zellen in einem symbiontischen Verhältnis stehen. Die Verbreitung dieser grünen Zellen und, wie wir gleich hinzufügen wollen, ihnen entsprechender gelber und brauner Zellen im Tierreich ist eine sehr eigenartige und charakteristische (Vgl. Tafel II). Wir finden sie sehr zahlreich vertreten bei den Protozoen, und zwar bei Amöben, Heliozoen, Radiolarien, Foraminiferen und ziliaten Infusorien. Ferner sind sie sehr vielfach anzutreffen bei Cölenteraten. Ein bekanntes Beispiel für die Algensymbiose ist der grüne Süßwasserpolyp (Hydra viridis L.). Wir finden aber grüne und gelbe Zellen auch bei allen möglichen Medusen, marinen Polypen, Aktinien und vor allen Dingen bei vielen Rifftorallen. Auch unter den niederen Würmern finden sich einige durch sie grüngefärbte Vertreter. Ich erinnere nur an den kleinen grünen marinen Strudelwurm, Convoluta roscoffensis. Schließlich werden sie auch für eine Schnecke Elysia viridis angegeben (?).

Alle diese Tiere haben eine Eigentümlichkeit gemeinsam. Sie alle nehmen ihre Nahrung in geformtem Zustand in mehr oder minder ausgiebigem Maße direkt in das Plasma ihrer Darmzellen auf und verdauen sie in demselben. Mit dieser Eigenschaft hängt offenbar die Erwerbung der Symbiose zusammen. Ähnlich wie Parasiten vielfach Tiere oder Pflanzen sind, welche bei der gewöhnlichen Nahrungsaufnahme in den Körper des Wirtes gelangen, daselbst den Widerstandskräften desselben zu trotzen vermögen und weiterwachsen, so werden auch die Symbionten im Körper ihres Wirtes nicht vernichtet. Im Gegenteil, sie wachsen und gedeihen da vielfach sehr gut. Denn ihnen wird Wasser, Kohlensäure und infolge der Lebensgewohnheiten ihrer Träger auch Licht in genügendem Maße zuteil. Wir können bei den verschiedenen Tierformen konstatieren, daß die bei ihnen lebenden Algenzellen in einem verschieden hohen Maß von ihnen abhängig geworden sind. Während manche offenbar nur innerhalb einer Tierform gedeihen, gelingt es bei andern, sie von einer Tierart auf die andere zu übertragen, ja sogar sie frei zu züchten. Wenn wir trotzdem diese Organismen nicht als Parasiten bezeichnen, so hat das seine Ursache in der Annahme, daß sie ihrem Wirt auch ihrerseits Nutzen bringen. Dieser Nutzen wird in folgenden Beziehungen gesucht:

Die pflanzlichen Zellen strömen bei der Assimilation reichlich Sauerstoff aus, welcher den Wirten bei der Atmung nützlich sein muß. Ferner produzieren sie im Überschuß organische Substanzen, vor allem Stärke und wohl auch Zucker, welche das Tier direkt genießen kann. Und schließlich hat man bei einigen Arten beobachtet, daß, wenn sie sich im Übermaß vermehren, die von ihnen bewohnte Zelle ihres Wirtes immer eine Anzahl von ihnen abtötet und verdaut. So kann die Symbiose nur dadurch aufrechterhalten werden, daß die Vermehrungsfähigkeit der Algen und die Verdauungskraft des Tieres sich gegenseitig die Wage halten.

Daß es sich wirklich um pflanzliche Zellen handelt, ist vielfach nicht nur durch die freie Züchtung der betreffenden Organismen, sondern auch dadurch erwiesen worden, daß man an ihrem Körper eine Zellulosemembran und im Innern desselben Produktion von Stärke gefunden hat. Man kann mit Sicherheit in ihrem Innern einen Zellkern und Chromatophoren nachweisen, in denen der Farbstoff lokalisiert ist. Ihre Vermehrung durch Teilung ist oft beobachtet worden. Man unterscheidet nach dem Farbstoff ihrer Chromatophoren als Hauptformen die sogenannten grünen Zellen oder Zoochlorellen und die gelben Zellen oder Zooxanthellen.

Sie sind teils typische unbewegliche Algen, teils den Algen sehr nahestehende Flagellaten aus der Gruppe der Chromomonadinen und verwandten Gruppen. Die genauer untersuchten Zooxanthellen gehören zur Flagellatengattung Cryptomonas, von den Zoochlorellen

Abb. 112. Faultier (Bradypus) in Ruhestellung und Haltung beim Fressen. Nach einer Photographie von Gebrüder Mansfeld.

gehören nach Beyerinck manche zu der Algen(Pleurococcaceen-)Gattung Chlorella, Gamble und Keeble haben in der Zoochlorelle des Wurms Convoluta roscoffensis eine Flagellate aus der Gattung Carteria erkannt.

Keiner der tierischen Wirte scheint aber von seinen pflanzlichen gefärbten Gästen in seiner Ernährung vollkommen abhängig zu sein, so daß wir in ihrem Zusammenleben eine Zwischenform zwischen Parasitismus und reiner Symbiose erblicken dürfen.

An dieser Stelle müssen wir auch eines eigentümlichen Zusammenlebens von Algenzellen mit einem höheren Tier gedenken, welches man nicht als eigentliche Symbiose bezeichnen kann, sondern das eher Anklänge an Parasitismus zeigt. In den Haaren der südamerikanischen Faultiere (vgl. Abb. 216) finden sich ganz regelmäßig grüne und blaugrüne Algen. Sie wachsen in der Belegschicht der Haare, und zwar sind sie vorwiegend am Rücken der Tiere und an der Außenseite der Extremitäten zu finden. Bei der Gattung Bradypus, dem Dreizehenfaultier, findet sich Trichophilus Welckeri A. Web. eine grüne, und Cyanoderma bradypi A. Web. eine blaugrüne Alge. Bei Choloepus, dem Zweizehenfaultier, ist ebenfalls eine Trichophilusart und eine Cyanoderma (choloepi A. Web.) nachgewiesen worden. Im tropischen Regenwald gibt es immer genügend Feuchtigkeit, um den Algen in dem nährstoffreichen Substrat Wachstum und Gedeihen zu gewährleisten. Bei gefangen gehaltenen Tieren verlieren sich die Algen, wohl infolge der trockenen Luft, der sie ausgesetzt sind.

Ob wirklich das Bewachsensein mancher Tiere, wie z. B. von Libellenlarven mit Algenrasen, als Symbiose aufzufassen ist, halte ich für zweifelhaft; denn es handelt sich in solchen Fällen um Organismen, die in ihrem Vorkommen nicht aufeinander angewiesen sind, sondern sich nur fakultativ vereinigen.

Mit den oben angeführten Beispielen sind die Symbiosen von Mikroorganismen mit Tieren nicht erschöpft. Es gibt eine Menge von Angaben über regelmäßiges Vorkommen von Bakterien und bakterienähnlichen Organismen, auch Pilzen und Hefen, im Innern von Tieren. Bekannt ist ja die Tatsache, daß der Darm aller Tiere und Menschen normalerweise eine ganz bestimmte Flora von Bakterien beherbergt. Es wird noch viel darüber gestritten, ob das Vorkommen derselben auf den Notwendigkeiten einer Symbiose beruht, oder ob es sich um mehr oder minder harmlose, jedenfalls aber nutzlose Bewohner des Darmes handelt.

Nach neueren Untersuchungen von Zuntz und seinen Mitarbeitern scheint es aber, als sei den Mikroorganismen jedenfalls bei der Verarbeitung zellulosehaltiger pflanzlicher Nährstoffe eine besondere Rolle zuzuschreiben. Die Vormagen der Wiederkäuer und anderer Tiere, die langen Blinddärme der Pflanzenfresser sind Gärkammern, in denen die Zellulose durch die Tätigkeit der Bakterien in leicht zu verarbeitende Stoffe, bei den Wiederkäuern speziell Fettsäuren, zerlegt wird. Wird einem Kaninchen der Blinddarm, der sicher keine zelluloselösenden Fermente liefert, verschlossen, so wird infolge der ausbleibenden Bakteriengärung die Pflanzennahrung nur unvollkommen ausgenützt. Auch bei den Wiederkäuern sind Pansen und Netzmagen drüsenlos und an der Resorption unbeteiligt. Die in diesen Darmteilen lebenden Bakterien sind also durch die Tätigkeit, die sie zu ihrer eigenen Ernährung durchführen, ihrem Wirt nützlich, und es ist wahrscheinlich, daß Tiere und Bakterien allmählich in symbiontische Abhängigkeit voneinander gekommen sind. Manche dieser Bakterien können unter Umständen Eigenschaften entwickeln, besonders wenn sie in andere Organe gelangen, welche in ihrem Wirt schwere Erkrankungen herbeiführen, so das Bacterium coli des Menschen. Sie bilden ein weiteres Beispiel für die unscharfe Abgrenzung symbiotischen Lebens vom Parasitismus.

Digitized by Google

Abb. 107. Gemmen-Cameo. Kopf des Ptolemäus Philadelphus und der Arsinoë. Wien, Kunsthistorisches Museum.

Nach Photographie von Adolf Braun & Co. in Dornach.

In seinem 22. Jahr war Ptol. noch gegen Philo beim Lysias, gleichzeitig mit Agathokles, Sosibios, Andromachos, Aristeas, Kallikrates, Kallias, Antipatros, Antiochos, Aristonikos, Apollonios, Hippalos, Ptolemäos, Timarchos, Demetrios, Aristarchos, Philippos, Menekrates, Apollonides, Nikias, Kleitos, Sosikrates, Dorotheos, Aristeas

Zeit, nicht auf den Weg darf man gehen; denn es verleitet zur Entfernung ge-
gen Gott. Wenn man aber auf dem Wege ist, darf man nicht zur Lasttierstation
und zum Wasser, denn es verleitet zu einem Aufenthalte.

Wie weiter im Talmudtraktat die Sätze Rees ueber Lasttiere, die auf dem Wege sterben, und ueber Lasttiere, die sich verirren, zu verstehen sind, ist nicht ganz klar. Wenn man aber bedenkt, dass Rees Lehrer Rabbi Jochanan ben Nappacha ein Schüler des Rabbi Jehuda ha-Nasi war, der die Mischna redigierte, so ist es wahrscheinlich, dass Rees Sätze bereits in der Mischna vorgelegen, wie Rees, wenn diese Sätze nicht in der Mischna vorgelegen, sie aus der Mischna gekannt hat. Wenn man nun

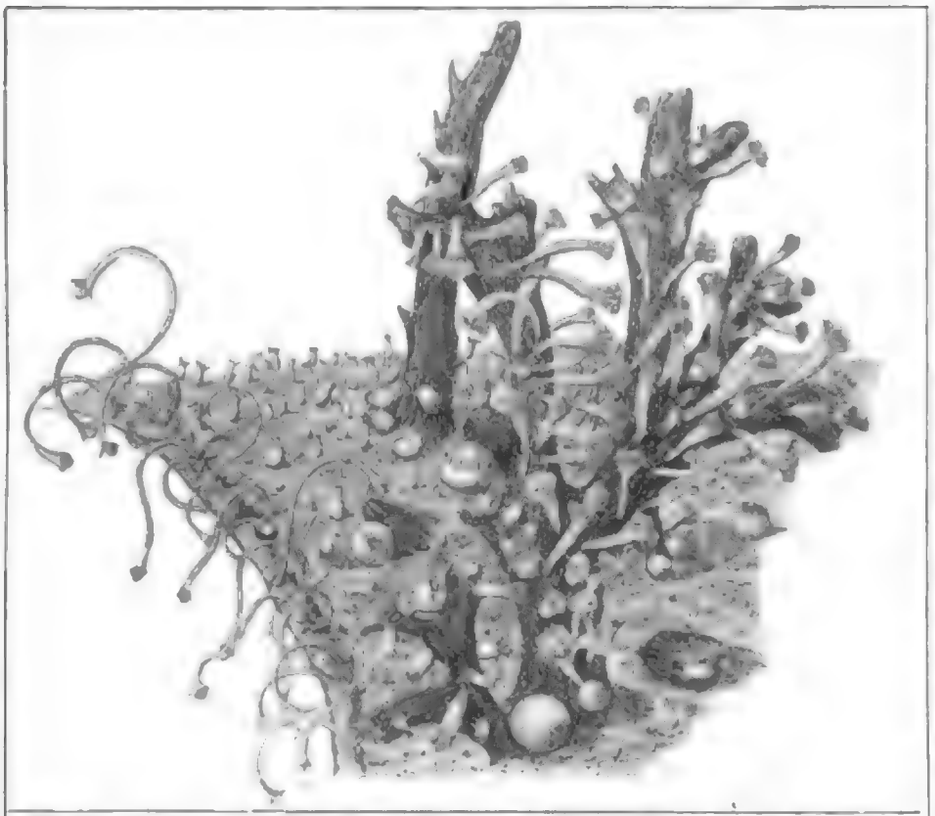


Abb. 219. Rand einer Kolonie von Hydractinia socialis auf einem Schneckenhaus. Am Rand Wehrpolypen, sog. Spiralzooide, im Innern und an den Skelettstacheln Freßpolypen von verschiedener Größe. Vergr. ca. 35 mal. Nach Stechow

kombinieren. Sie werden ja von ihrem unfreiwilligen Transporteur immer wieder in frisches Wasser, immer wieder zu neuen Nahrungsquellen gebracht. Aber sie erscheinen niemals eng mit ihrem Wirte vergesellschaftet; sie kommen bald auf Steinen und Pfählen, bald auf dieser, bald auf jener Tierart vor, denn nicht immer erweist sich die Vergesellschaftung als ein Vorteil. Liebt z. B. das sessile Tier schlammige Orte und sucht etwa die Krabbe, auf deren Rücken es sitzt, stets reines klares Wasser auf, so wird jenes darunter leiden und eventuell zugrunde gehen.

Solche Vereinigungen können nun beiden Tierformen einen Vorteil bringen, was offenbar die Ursache war, daß bei den in Betracht kommenden Arten die Beziehungen besonders eng und fest geworden sind.

Eine besondere Bedeutung besitzt jedenfalls die Vergesellschaftung von verschiedenartigen Cölenteraten mit Einsiedlerkrebsen (Paguriden). Es sind letztere dekapode Krebse, welche ihren weichen Hinterleib in einem Schneckenhaus verbergen. Dies ist nach dem Tode der Schnecke, welche es ausgeschieden hat, am Boden des Meeres zurückgeblieben. Ein Einsiedlerkrebs hat es sich als schützende Umhüllung ausgewählt und trägt es mit sich umher. Auf der toten Schale können sich, wie auf jedem beliebigen harten Gegenstand, sessile Tiere niederlassen. Bei einer großen Anzahl von Einsiedlerkrebsen finden wir aber immer wieder an dieselbe Krebsart dieselbe Art von Nesseltieren gebunden, so daß wir auf eine engere Gemeinschaft schließen müssen. Die individuenreichen Kolonien der Hydroidpolypen Hydractinia echinata Flem. und H. sodalis Stm. sowie von Podocoryne carnea Sars findet man stets nur auf Schneckenhäusern, die von Einsiedlerkrebsen bewohnt sind (Eupagurus bernhardus L. mit Hydractinia echinata Flem., Eupagurus constans Stm. mit Hydractinia sodalis Stm.). Ja wir erkennen in ihrer Organisation Besonderheiten, welche wir nur aus den Bedingungen des Zusammenlebens verstehen können. Die Kolonien bestehen aus Individuen, die infolge von Arbeitsteilung untereinander verschieden sind. Es gibt da neben Freßpolypen, welche für die ganze Kolonie Nahrung aufnehmen, Fortpflanzungspolypen, die allein Geschlechtstiere hervorbringen, während alle anderen steril sind. Das merkwürdigste ist aber das Vorkommen besonderer Wehrpolypen (Abb. 219

Digitized by Google

» Phil. hat Schlotheimien, welche auf Muscheln und Schnecken aufgewachsen sind, gefunden, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie auf Ammoniten, Belemniten etc. vorkommen. Wenn sie nun Thiere sind, so müssen sie Thiere sein, welche auf Muschelschalen leben, und sie müssen Thiere sein, welche auf Ammoniten leben.«

Viel größer Bedeutsamkeit besitzen die Crinoiden (Fig. 1 bis 3 S. 418) als Versteinerungen, weil sie in ungeheuren Massen in den Kalkgebirgen vorkommen, und weil sie zu einer Zeit, welche weit vor dem Auftreten der Säugethiere und selbst der Reptilien liegt, in großer Menge vorhanden waren. Sie sind in der Schöpfungsgeschichte wichtig, denn sie sind es, welche zuerst das Meer in seiner ganzen Tiefe belebten, und sie sind es, welche zuerst in großer Menge Kalkgebirge bildeten.

Im Jahre 1822 sah der englische Naturforscher Lamarck, daß Ammoniten, Belemniten und Crinoiden, welche man bisher für Thiere gehalten hatte, keine Thiere seien, sondern daß sie nur Gehäuse von Thieren seien, welche in ihnen gelebt hätten. Diese Ansicht wurde von dem berühmten Naturforscher Goldfuß (1787–1862), Professor der Zoologie in Bonn, für die Crinoiden bestätigt, und seitdem ist sie allgemein angenommen worden. Die Crinoiden sind Thiere, welche auf einem Stiele festsitzen, und welche mit ihren Armen Nahrung ergreifen und in den Mund führen. Der Stiel besteht aus Gliedern, deren Zahl sehr verschieden ist. Bei einer Art, welche Goldfuß Pentacrinus Briareus nannte, sind es 150 Glieder, bei einer andern Art, welche Goldfuß Encrinus liliiformis nannte, sind es 3000 Glieder, und bei einer dritten Art, welche Goldfuß Encrinus gracilis nannte, sind es 5000 Glieder.

Fig. 1. Encrinus liliiformis. Ein Stück des Stengels mit den Gliedern, den Ranken und den Wurzeln.

Die Glieder des Stengels sind in der Mitte durchbohrt, und durch diese Durchbohrung geht ein Kanal, welcher mit Fleisch ausgefüllt ist. Dieses Fleisch ist der Nerv, welcher den Stengel durchzieht, und welcher mit dem Gehirn in Verbindung steht. Die Glieder des Stengels sind mit Ranken versehen, welche dazu dienen, sich an andern Körpern festzuhalten. Die Wurzeln, welche sich an dem untersten Gliede befinden, dienen dazu, das Thier auf dem Meeresboden festzuhalten. Die Arme sind mit Fiederchen versehen, welche dazu dienen, Nahrung zu ergreifen und in den Mund zu führen. Der Mund befindet sich in der Mitte der Arme, und der After befindet sich neben dem Munde. Die Arme sind mit Fleisch ausgefüllt, welches mit dem Fleische des Stengels in Verbindung steht. Die Arme sind mit Nerven versehen, welche mit dem Gehirn in Verbindung stehen. Die Arme sind mit Blutgefäßen versehen, welche mit dem Herzen in Verbindung stehen. Die Arme sind mit Eierstöcken versehen, welche mit dem Fleische des Stengels in Verbindung stehen. Die Arme sind mit Hoden versehen, welche mit dem Fleische des Stengels in Verbindung stehen. Die Arme sind mit Samenleitern versehen, welche mit dem Fleische des Stengels in Verbindung stehen. Die Arme sind mit Eileitern versehen, welche mit dem Fleische des Stengels

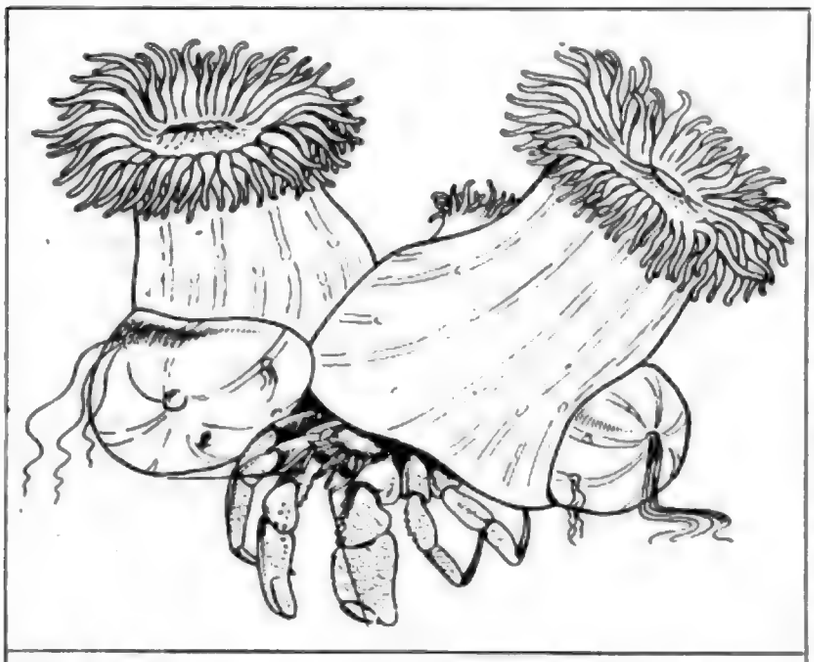


Abb. 221. Die Seeanemone Sagartia parasitica Gosse in Symbioſe mit dem Einſiedlerkrebs Pagurus striatus Latr.
5 Exemplare auf dem Schneckenhaus. 2 Exemplare der Sagartia mit ausgeſtoßenen Akontien. Verkl. $^2/_3$. Nach Faurot.

ein charakteriſtiſches Beiſpiel gegenſeitiger Anpaſſung erkannt worden.

In unſern Gewäſſern findet man vor allem zwei Aktinienarten, die mit Einſiedlerkrebſen zuſammenleben: Es ſind das Sagartia parasitica Gosse (= Adamsia rondeletii Andres) und Adamsia palliata Forbes. Erſtere, eine relativ große, zylindriſche Seeanamone, kommt in Geſellſchaft einer ganzen Reihe von Einſiedlerarten vor: von Pagurus striatus Latr., P. bernhardus Brandt, Clibanarius misanthropus Hell., Eupagurus excavatus Mrs. uſw. Die andere Art Adamsia palliata findet man ſtets nur bei Eupagurus prideauxi Hell. Dieſe Verhältniſſe deuten ſchon darauf hin, daß die Sagartia mit ihren Partnern nur eine lockere Gemeinſchaft unterhält. Tatſächlich wachſen jene Einſiedler in leeren Schneckenſchalen bis zu einer gewiſſen Größe ohne Genoſſin heran, und auch die Seeanemone findet man auf Steinen u. dgl. für

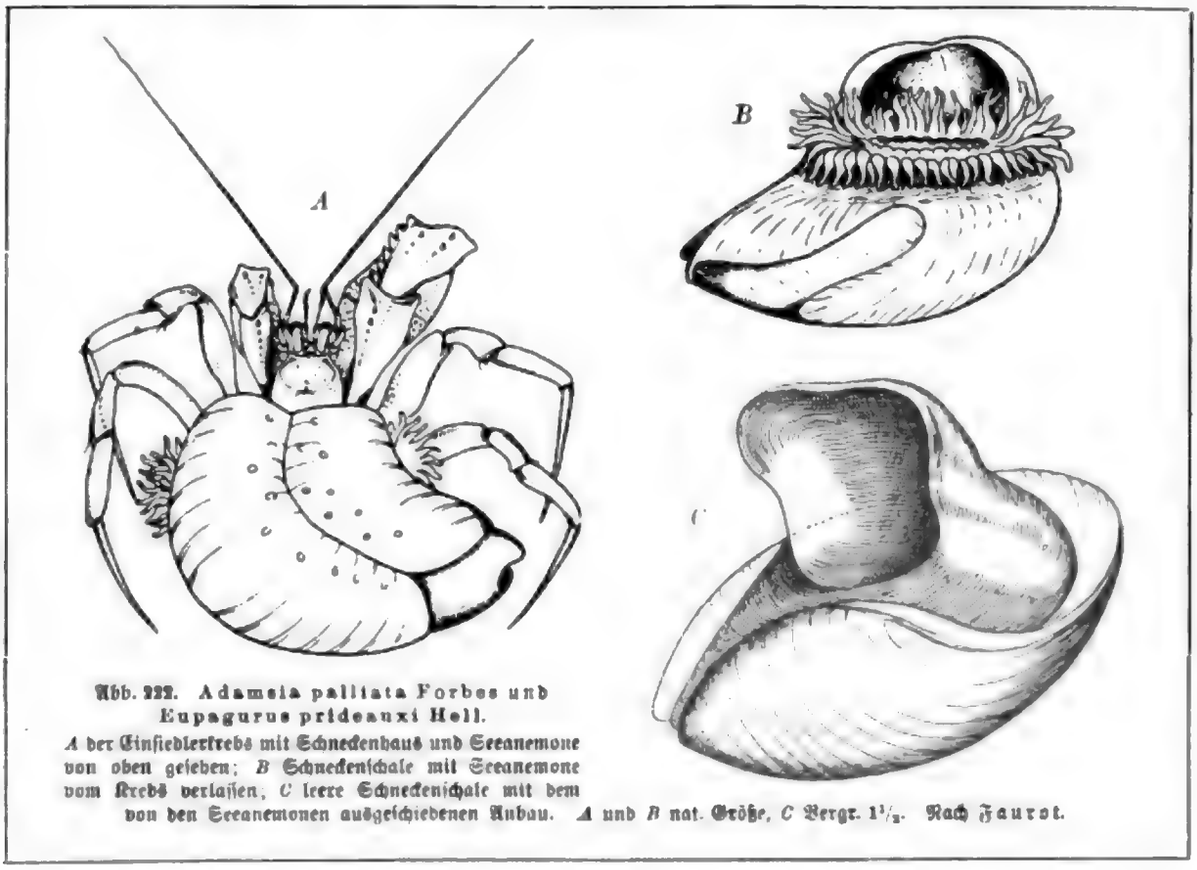


Abb. 222. Adamsia palliata Forbes und Eupagurus prideauxi Hell.
A der Einſiedlerkrebs mit Schneckenhaus und Seeanemone von oben geſehen; *B* Schneckenſchale mit Seeanemone vom Krebs verlaſſen, *C* leere Schneckenſchale mit dem von den Seeanemonen ausgeſchiedenen Anbau. *A* und *B* nat. Größe, *C* Vergr. $1^1/_2$. Nach Faurot.

Digitized by Google

sich allein lebend, solange sie jung ist. Später vereinigen sie sich, obwohl sie auch unabhängig voneinander leben können, und zwar kann dann ein Einsiedler auf seiner Schale die Last von 5, 6, 7 Anemonen mit sich herumschleppen (Abb. 221). Diese ragen stolz in die Höhe, genießen wohl von den Abfällen des Mahls ihres Partners, aber vor allem haben sie von seiner ziemlich großen Beweglichkeit Nutzen, die sie in frisches Wasser und zu immer neuer Freßgelegenheit transportiert. Sie selber sind, wie auch die Adamsia palliata, vor den anderen Seeanamonen durch mächtige Verteidigungswaffen ausgezeichnet. Außer den Nesselkapseln an den Tentakeln und anderen Stellen der Körperoberfläche besitzen nämlich die Aktinien in ihrer Körperhöhle lange, mit zahllosen Nesselkapseln bewehrte Fäden, die sie durch den Mund und durch besondere Poren der Leibeswand ausschleudern können (vgl. Abb. 221). Diese sogenannten Akontien sind bei den symbiotischen Aktinien besonders lang, zahlreich und wirkungsvoll; auch werden sie schon auf geringe Reize hin oft ausgestoßen. Diese Verteidigungswaffen der Anemone dienen nun bei dem symbiontischen Verhältnis dem Einsiedlerkrebs ebenfalls, die Anemone verteidigt ihn mit. Und ihm schaden die Nesselkapseln nichts, ja sie haften nicht einmal an seiner Oberfläche. Eisig hat im Neapeler Aquarium beobachtet, wie ein Octopus (vgl. S. 158, 160), dieser eifrigste Verfolger der Krebstiere, einen Pagurus mit der Spitze eines seiner Arme aus der Schneckenschale herausholen wollte. Sofort stieß die Aktinie ihre Akontien aus, welche mit ihren Nesselkapseln auf der weichen Haut des Tintenfisches jedenfalls ein heftiges Brennen verursachten. Die Folge war, daß der Räuber den Einsiedler fahren ließ und sich von da an nicht mehr um ihn kümmerte.

Alle diese Beziehungen sind noch viel enger bei der Symbiose von Eupagurus Prideauxi mit der Adamsia palliata (Abb. 222). Beide werden in der freien Natur nie getrennt voneinander gefunden, nur wenn sie ganz jung sind, macht jedes von ihnen den Anfang seiner Entwicklung für sich durch. Von einem bestimmten Stadium wächst und gedeiht aber keines von beiden, ohne daß die Vereinigung stattgefunden hat. Der Eupagurus Prideauxi bewohnt immer Schneckenschalen, die für ihn zu klein sind, nur seinen Hinterleib umhüllen und den vorderen Teil seines Körpers freilassen. Den umhüllt die Aktinie, welche, sobald sie auf der Schneckenschale sitzt, ihre regelmäßige, zylindrische Aktinienform verliert (Abb. 222B). Sie hält stets ihren Tentakelkranz dicht hinter die Mundgliedmaßen ihres Einsiedlers, sitzt also an seiner bzw. der Schneckenschale, Unterseite. Stets ist nur eine Adamsia auf einer Einsiedlerbehausung vorhanden, und in ihrer normalen Stellung kann sie an den Nahrungsstücken, die der Eupagurus zwischen seinen Mundgliedmaßen festhält und benagt, gleich von hinten mitfressen. Bald nach der Festsetzung beginnen die Seitenteile ihres Körpers lappenförmig auszuwachsen und umgeben wie ein Mantel den Vorderteil der Schneckenschale (Abb. 222A u. B). Ja sie strecken sich über deren Umriß hinaus und umhüllen den herausragenden Teil des Krebskörpers. Und zwischen sich und dem Krebskörper scheidet nun die Aktinie eine Lamelle aus hornartig aussehender, organischer Substanz ab, welche die Schneckenschale vergrößert und ihr selber eine feste Unterlage darbietet (Abb. 222C).

Wie bei diesen Symbiosen beide Organismenarten aneinander angepaßt sind, das zeigt sich vor allem an dem gegenseitigen Verhalten der Partner. Der Krebs, seiner Aktinie beraubt, wird sehr unruhig und sucht sich ihrer oder einer neuen Partnerin zu bemächtigen. Er betastet und bearbeitet eine glücklich aufgefundene mit seinen vorderen Extremitäten, so daß sie von ihrer Unterlage sich loslöst; er pflanzt sie mit sorgsamen Bewegungen auf seine Schneckenschale über. Die Aktinie reagiert auf seine Berührungen nicht wie bei anderen Tieren durch brüske Kontraktionen oder Entladung der Akontien und sonstigen Nesselbatterien.

Digitized by Google

Abb. 2.1: Die Schildkröte trägt die Welt auf ihrem Rücken (Quelle: Wikimedia Commons)

Die Welt ist eine Scheibe. Diese Vorstellung ist weit verbreitet. Sie findet sich in den Kulturen Indiens und in Mesopotamien, aber auch in der griechischen Antike. Thales von Milet (624–546 v. Chr.) soll sogar behauptet haben, die Erde schwimme auf Wasser wie ein Holzstück, auf dem Meeresgott Poseidon stehend. Anaximenes schließlich, ein Schüler von Anaximander, ist der Meinung, die Erde sei eine Platte, die auf Luft ruhe. Sie ist also nicht rund, sondern flach.

Die Welt ist eine Kugel. Pythagoras von Samos (ca. 570–510 v. Chr.) soll als erster behauptet haben, die Erde sei eine Kugel. Diese Idee wurde von Platon und Aristoteles übernommen. Platon begründete sie damit, dass die Kugel die vollkommenste Form sei. Aristoteles führte als Beweis an, dass sich bei Mondfinsternissen der Schatten der Erde immer kreisförmig auf den Mond werfe. Eratosthenes von Kyrene (ca. 276–194 v. Chr.) berechnete sogar den Umfang der Erde. Er wusste, dass in Syene (heute Assuan) am Tag der Sommersonnenwende die Sonne genau im Zenit stand. Zur gleichen Zeit in Alexandria stand sie nicht im Zenit, sondern warf einen Schatten. Eratosthenes maß diesen Schatten und berechnete daraus den Umfang der Erde. Sein Ergebnis war erstaunlich genau. Es lag nur wenige Prozent über dem heute bekannten Wert. Trotz dieser Erkenntnisse hielt sich die Vorstellung der Erde als Scheibe hartnäckig. Sie hat Kolumbus überlebt und noch bis in unsere Zeit überdauert. Kolumbus

Pink cortex from Tan
Pink cortex from Tan
Pink cortex from Tan

Lot 11
Maria Sibylla Merian (1647-1717)
Metamorphosis insectorum Surinamensium, Amsterdam, 1705, folio

Estimate: €1,000 - 1,500

Unverkäufliches Exemplar

Harvard University

Digitized by Google

d) Thermen.

Bereits bei den ältesten Bauten der Römer, Häfen z. Agar Romanus Rom, dort auch in Bäder übergehen, dienten die Thermen nicht nur der Körperpflege, sondern auch der Muße, Unterhaltung, Kunst, Wissenschaft und Literatur. Sie waren daher Mittelpunkte des öffentlichen Lebens.

Die Thermen bestanden aus einer Reihe von Räumen, die in ihrer Anordnung und Größe sich nach dem Gelände richteten. Die Hauptbestandteile waren: Kaltbad (Frigidarium), Warmbad (Tepidarium), Heißbad (Caldarium), Schwitzbad (Laconicum), Ölsalbung (Unctorium), Ruheraum (Apodyterium), Übungsplatz (Palaestra), Schwimmbecken (Natatio), Spielplatz (Sphaeristerium), Lauf- und Reitbahn (Stadium), Gymnasium, Bibliothek, Hörsäle, Gartenanlagen, Wandelhallen (Ambulationes), Verkaufsläden, Wohnungen für Angestellte und Bedienstete. Die Heizung erfolgte durch Hypokausten, die auch in Privathäusern, Villen und Palästen eingebaut waren.

Abb. 1. Thermen des Caracalla in Rom. Rekonstruktion.

Die Thermen des Caracalla in Rom (Abb. 1) waren die größten und prächtigsten Bäder der Römer. Sie lagen in einem Parkgelände, das 1 km² groß war und von einer Mauer umgeben war. Die Hauptgebäude standen auf einer Terrasse, die 50 m hoch war. Sie waren 220 m lang und 114 m breit. Die Hauptgebäude waren von Gartenanlagen umgeben, die mit Statuen, Springbrunnen und Wasserbecken geschmückt waren. Die Thermen des Caracalla waren 216 n. Chr. vollendet. Sie wurden bis 537 n. Chr. benutzt. Dann wurden sie durch die Goten zerstört. Die Thermen des Caracalla waren 216 n. Chr. vollendet. Sie wurden bis 537 n. Chr. benutzt. Dann wurden sie durch die Goten zerstört.

Die Thermen des Caracalla in Rom (Abb. 1) waren die größten und prächtigsten Bäder der Römer. Sie lagen in einem Parkgelände, das 1 km² groß war und von einer Mauer umgeben war. Die Hauptgebäude standen auf einer Terrasse, die 50 m hoch war. Sie waren 220 m lang und 114 m breit. Die Hauptgebäude waren von Gartenanlagen umgeben, die mit Statuen, Springbrunnen und Wasserbecken geschmückt waren. Die Thermen des Caracalla waren 216 n. Chr. vollendet. Sie wurden bis 537 n. Chr. benutzt. Dann wurden sie durch die Goten zerstört.

Hans Cars. 18 Jahr in Sumatra. Mit zwei ganz ausgezeichnet farbigen Abbildungen auf Tafel und zahlreichen Textbildern. Leipzig: Carl Reißmüller 1911. Mk. 4.50, geb. Mk. 5.50.

Hans Cars, Sohn des vor kurzem verstorbenen Malers, ist nicht zum Beruf des Vaters zurückgekehrt, sondern hat sich der Kaufmannschaft gewidmet. Er ging nach Sumatra, Deliplantage, wo er 18 Jahre blieb. Seine Erlebnisse und Beobachtungen hat er in diesem Buche niedergelegt, das sich durch Frische und Lebendigkeit auszeichnet. Ich möchte es besonders Künstlern, denen es in Europa zu eng wird, empfehlen. Sie finden sich ein in Sitten und Gebräuche, Leben und Treiben der Eingeborenen, in Tier- und Pflanzenwelt, in Land und Leute. Und wenn sie dann nach Europa zurückkehren, werden sie sich wundern, wie sie es so lange aushalten konnten. Und wenn sie dann noch Lust haben, sich in Europa zu betätigen, so werden sie sich sagen, daß Bilder mit dem Motiv Deliplantage Tausender wachsen gewiß nur schwer Interesse abgewinnen können. Und wenn sie dann noch Lust haben, Bilder zu malen, so werden sie sich sagen, daß sie ja nicht Maler sind, sondern Kaufleute, und werden es bleiben lassen.

Abb. 18. Hans Cars: Ein Tiger in Sumatra

Das Buch enthält fünf ausgezeichnete farbige Abbildungen nach Bildern von Hans Cars, die Tiger, Elefanten, Affen und Eingeborene in ihrer Umgebung darstellen. Die Bilder sind nicht nur interessant, sondern auch künstlerisch gut. Sie sind nicht nur Dokumente, sondern auch Kunstwerke. Ich wünsche dem Buche, daß es weite, weite Verbreitung finde und Europäer zu Sumatra bekehre.

Das Buch enthält fünf ausgezeichnete farbige Abbildungen nach Bildern von Hans Cars, die Tiger, Elefanten, Affen und Eingeborene in ihrer Umgebung darstellen. Die Bilder sind nicht nur interessant, sondern auch künstlerisch gut. Sie sind nicht nur Dokumente, sondern auch Kunstwerke. Ich wünsche dem Buche, daß es weite, weite Verbreitung finde und Europäer zu Sumatra bekehre.

Es ist wohl nicht nur durch das Bedürfnis hervorgerufener Zufall, sondern instinktartige Gewohnheit, welche die neuseeländische Brückenechse (Hatteria (Sphenodon) punctata) veranlaßt ihre Höhlennester mit Sturmvögeln (Procellaria) und Sturmtauchern (Puffinus) zu teilen. Es sind stets die Echsen, welche die Höhlen bauen, die im Innern erweitert sind, und in denen stets die Vögel die linke, die Echse die rechte Seite bewohnen sollen. Nach J. von Haast duldet letztere ohne weiteres die Vögel und ihre Brut, während sie keine ihrer Artgenossen in die Höhle läßt; vielmehr versperrt sie mit ihrem dicken Kopf den engen Zugang. Die Höhleneule Speotyto findet sich in einer Art in Nordamerika mit dem Präriehunde (Cynomys) und oft Klapperschlangen im selben Bau, doch auch bei Ratten und Erdhörnchen (Spermophilus), während eine südamerikanische Art in den Pampas die Wohnhöhlen der Viscachas, ja selbst der Armadillos und großer Eidechsen teilt. Die Klapperschlangen sind übrigens nur für die alten Präriehunde friedliche Gäste, während sie die Jungen oft auffressen. Mehr gelegentlicher Art dürfte das gemeinsame Vorkommen von Dorneidechsen (Uromastix) und Mungos in den Höhlen der afrikanischen Klippdachse (Hyrax) sein.

Als Paröken werden Tiere bezeichnet, welche in der Nachbarschaft einer anderen Art regelmäßig vorkommen, von der sie einen Nutzen erfahren; meist können sie ihren Gastfreund verlassen, und es finden sich sehr verschiedene Grade der Beziehungen zwischen derart verbundenen Tieren. So findet man ziemlich regelmäßig unter den Schirmen großer Quallen, im Schutz ihrer nesselnden Tentakel, Jungfische aus verschiedenen Gattungen. In der Nordsee findet man so nach Collet und Lunel und Sars bei Cyanea, Crambessa und Aurelia junge Dorsche (Gadus) von 3 cm Länge und Caranx melampygus, im Mittelmeer und Atlantischen Ozean bei den Rhizostomeen junge Caranx trachurus, Amphiprion, Skomberiden, Skorpäniden. Sie schwimmen mit großer Vorsicht zwischen den Tentakeln durch und sind wohl da selbst geschützt vor manchen Verfolgern. Doch scheint es mir wahrscheinlich, daß physiologische Zusammenhänge besonderer Art es sind, welche sie unter die Medusenglocke führen. Auch ist beobachtet worden, daß sie die Mundarme ihres Gastgebers benagen und Teile davon abfressen. Nach Sars fressen sie auch an jenen sitzende parasitische Krebse. Semon beobachtete in Amboina junge Fische (Caranx auratus) unter der Glocke einer Meduse (Rhizostomide), die sie durch Stöße in einer Richtung fortzutreiben suchten. An der Küste von Neu Südwales hat man zwischen den mörderischen Nesselbatterien der Senkfäden von Physalia regelmäßig Scharen (6—10 Exemplare) von Nomeus gronovii, einem kleinen Fisch aus der Familie der Stromateiden, beobachtet. Beide Arten sollen sich gegenseitig keinen Schaden zufügen; die Fische halten sich so sehr zu den sie wohl beschützenden Staatsquallen, daß sie unter jenen gefunden werden, wenn die Strömung sie an den Strand wirft.

Enger sind die Beziehungen mancher Fische zu festsitzenden Nesseltieren. Im Japanischen Meer konnte ich einen kleinen Serranus beobachten, der sich stets zwischen die Kelche eines prachtvoll orangerot und gelb gefärbten Korallenstocks aus der Gattung Astraea zurückzog und ihre Umgebung nicht verließ, so daß er leicht mit den Korallen gefangen wurde. Dieser Fisch trug noch dazu die Uniform seiner Beschützerin, so daß er zwischen ihren Polypen infolge seiner schützenden Färbung kaum erkennbar war (Taf. III). Glyphidodon anabantoides, ein Pomacentride der Andamanen, hat ebenso die Gewohnheit, sich zwischen den Riffkorallen zu verbergen, und wird mit ihnen von den Tauchern heraufgebracht.

Auch mit einzellebenden Aktinien hat man Fische nicht selten in enger Gemeinschaft beobachtet. Kent, Sluiter, Weber u. a. haben festgestellt, daß im malaischen Archipel der 8—9 cm lange Fisch Amphiprion percula aus der Familie der Pomacentriden stets in

Gesellschaft der großen Riffanemone Discosoma vorkommt. Er flüchtet sich zwischen deren Tentakel, ja er schwimmt unbelästigt bis in die Magenhöhle hinein. Der Fisch findet bei der Aktinie außer Schutz wohl auch Anteil an der Nahrung. Er soll ihr vor allem durch seine Bewegungen frisches Atemwasser zuführen, auch wird vermutet, daß er durch seine grelle Färbung (Zinnoberrot mit drei weißen Transversalbinden) Beutetiere anlockt; es soll auch beobachtet worden sein, daß er Nahrung bis auf ihre Mundscheibe heranschleppt und sie ihr in den Mund steckt. Jedenfalls handelt es sich hier um weitgehende Anpassung zweier Arten, die schon an echte Symbiose erinnert. Es leben noch andere Fische mit Aktinien in Gemeinschaft, so im indopazifischen Ozean die jungen Premnas biaculeatus, Amphiprion bifasciatus bei den Andamanen u. a.

Die Massen festsitzender Nesseltiere, welche auf Korallenriffen vereinigt sind, bilden mit ihren Nesselkapseln, mit dem Gewirre ihrer Zweige und Äste, mit den Höhlen in ihrem toten und wachsenden Kalkskelette eine Menge von Schlupfwinkeln für unzählige Tiere. Nicht wenige davon sind so an dies Vorkommen gebunden, daß sie als Paröken der Korallen bezeichnet werden können und dies durch allerhand Anpassungen dokumentieren. Fische, Krebse, Schnecken und Muscheln, Würmer, Seesterne und Seeigel von auffallendster Färbung und zum Teil höchst seltsamen Formen leben in diesen unterseeischen Blumengärten und erhöhen den Zauber ihres Anblicks. Sie können ohne Schaden so auffallend aussehen, denn sie können vor allen großen, gut sehenden und rasch beweglichen Feinden, vor allem Haien, Knochenfischen und Tintenfischen, sich in das Gewirre der Korallenstöcke zurückziehen. Viele der buntesten Fische der Welt, die mit Vögeln und Schmetterlingen an Farbenpracht wetteifern, findet man auf den Korallenriffen, und die grellgezeichneten kleinen Krabben aus der Gattung Trapezia kommen nur hier vor.

Umgekehrt lassen sich manche Tiere, welche selbst recht gut beweglich sind, von Fischen und anderen größeren Tieren umhertragen oder leben in enger Gemeinschaft mit solchen. Gewisse pelagische Krabben, wie Planes minutus L., heften sich den Seeschildkröten in der Nähe der Schwanzregion an und lassen sich so transportieren. Sie sind aber durchaus nicht auf die Seeschildkröten angewiesen, sondern heften sich auch an andere Tiere, an Sargassokraut usw. So sind auch die eigentümlichen Fische, die man als Schiffshalter bezeichnet, Echeneis remora und naucrates, nicht an bestimmte Arten gebunden. Sie heften sich mit einer eigenartigen Saugscheibe, die Kopf und Vorderrücken bedeckt, an die Unterseite von Haien, großen Fischen, Seeschildkröten, aber auch von Schiffen. Daß sie dabei nicht nur die Transportgelegenheit benutzen, geht aus einer Beobachtung Semons hervor, an dessen Boot in der Torresstraße eine Anzahl dieser eigenartigen Tiere sich angeheftet hatte. Wenn etwas Genießbares über Bord geworfen wurde, so stürzten sie sogleich hervor, um sich des Brockens zu bemächtigen; dann suchten sie ihren Platz am Boden des Schiffes wieder auf. So werden sie es auch bei den großen Seetieren machen, deren Begleiter und Tischgenossen sie offenbar sind; sie fangen sich aber auch lebende Beute aus den von jenen aufgetriebenen Fischscharen heraus. Es ist wohl anzunehmen, daß der Lotsenfisch oder Pilot (Naucrates ductor L.) zum gleichen Zweck die Haie begleitet, in deren Gesellschaft er sich stets findet, an die er sich aber nicht festzuheften vermag; dagegen ermöglicht es ihm seine gute Schwimmfähigkeit, mit ihnen Schritt zu halten. Nach Meyen soll er übrigens den Kot der Haie fressen, was nicht mit den Magenuntersuchungen in Einklang steht; diese ergaben vielmehr kleine Fische und Fischreste.

Als Paröken kann man schließlich auch Tiere bezeichnen, welche wie der Bootsschwanz (Quiscalus versicolor) und andere Sperlingsvögel, ja selbst Nachtreiher im Reisig des

Digitized by Google

Nestes des amerikanischen Seeadlers (Pandion haliaëtus Cuv.) ihre Nester oft in größerer Zahl bauen. Auch beim Sekretär (vgl. S. 146) finden sich solche Nistgäste in den Wänden des Nestes, welche von dem Schutz profitieren, den die Nachbarschaft des sie schonenden kraftvollen Räubers gewährt.

Nicht ganz klar sind die Beziehungen einiger Vögel zu anderen großen Wirbeltieren, welche sie, wie vielfach angenommen wird, vor drohenden Gefahren warnen. Meist genießen solche Vögel irgendeinen Vorteil bei ihrem Genossen, suchen z. B. ihre Nahrung an seinem Körper, indem sie ihn von Ungeziefer befreien, und werden daher von ihm geduldet. Da sie wie die meisten Vögel vorsichtige Tiere mit guten Sinnen sind, so mögen sie oft eine Gefahr zuerst wahrnehmen und so ihrem Genossen nützen. Doch wird wohl kaum in diesem Verdienst eine der Ursachen für das Bündnis der beiden Tierarten zu erblicken sein.

Herodot schon hat von einem Vogel berichtet, der dem Krokodil Ägyptens in den aufgesperrten Rachen krieche und ihm Speisereste und Ungeziefer zwischen den Zähnen herausholte. Es ist in neuerer Zeit bestätigt worden, daß ein kiebitzähnlicher Vogel (Hoplopterus armatus) dem Krokodil wirklich diesen Freundschaftsdienst erweist; das Krokodil sperrt lange das Maul auf, und wenn es dasselbe auch einmal schließt, so läßt es seinen kleinen Freund doch wieder unverletzt heraus.

Der Rhinozerosvogel (Buphaga africanus), ein Verwandter der Stare, sucht ähnlich wie diese gern die Gesellschaft von Herdentieren auf. Man sieht ihn dann auf dem Rücken dieser Tiere herumlaufen und die Zecken und anderes Ungeziefer absuchen. Neuerdings haben aber diese Tiere, die wohl ursprünglich diese Dienste Dickhäutern zu leisten pflegten, auf dem zahmen Herdenvieh der Ansiedler angefangen, Wunden in die Haut zu hacken und Blut zu schlürfen. Auch von Reihern wird berichtet, daß sie sich oft in ganzen Scharen auf dem Rücken der afrikanischen Elefanten niederlassen, um da Insekten zu holen.

An die Vereinigung der Schiffshalter und Piloten mit den Haien erinnert die Beziehung eines Bienenfängers (Merops nubicus) in Ostafrika zur großen Haubentrappe (Eupodotis kori). Nach A. Neumann reitet er gravitätisch auf deren Rücken, um die Insekten zu fangen, welche vor ihr auffliegen. Er soll ganz regelmäßig auf dem Hinterteil ihres Rückens gefunden werden, wenn er auch gelegentlich auf Schafen, Ziegen und Antilopen reitet.

Schließlich wäre noch eine Gruppe von Synöken zu unterscheiden, welche durch manche Anpassungen besonderer Art von den bisher besprochenen drei Gruppen abweichen. Es sind dies die **Entöken**, die Bewohner offener von außen zugänglicher Körperhöhlen ihrer Wirte. Obwohl viele von ihnen ihren Wirten keinen erkennbaren Schaden zufügen, sind sie doch durch unmerkliche Übergänge mit den echten Parasiten verbunden.

Da wären zunächst jene Tiere zu erwähnen, welche in den Hohlräumen und Kanalsystemen der Schwämme leben. Die größeren Höhlungen in Schwammkörpern entsprechen fast ausschließlich den abführenden Öffnungen derselben. Daher können die betreffenden Entöken kaum von dem von den Schwämmen herbeigestrudelten Nahrungsstrom profitieren. Sie ernähren sich vielmehr von den Schlamm- und Detrituspartikeln, welche auf den Schwammkörper und in seine Höhlungen von oben herabgesunken sind, oder sie strudeln sich selbst ihre Nahrung in die von ihnen bewohnten Höhlen hinein, oder schließlich, was gar nicht so selten vorkommt, sie fressen Teile des Schwammkörpers selbst. Im letzteren Fall sind sie nicht mehr als harmlose Entöken zu bezeichnen. Da aber für die meisten Formen die Ernährungsweise noch nicht im einzelnen studiert ist, so sollen alle in Betracht kommenden Typen hier gemeinsam erörtert werden.

Digitized by Google

Eine Reihe, Reihe (2) in Kreuzschnitt-Kreis-Schuppen von Scheibenform (vom Rücken), Reihe (3) in Kreuzschnitt-Kreis-Schuppen (vom Rücken), Reihe (4) in Kreuzschnitt-Kreis-Schuppen (vom Rücken), Reihe (5) in Kreuzschnitt-Kreis-Schuppen (vom Rücken), Reihe (6) in Kreuzschnitt-Kreis-Schuppen (vom Rücken), Reihe (7) in Kreuzschnitt-Kreis-Schuppen (vom Rücken), Reihe (8) in Kreuzschnitt-Kreis-Schuppen (vom Rücken), Reihe

Wo bei höheren, größeren Meerestieren Hohlräume im Innern des Körpers sich befinden, die von frischem Atemwasser durchströmt werden, da suchen alle möglichen Krebsarten eine Zuflucht. In den Kiemenhöhlen der Seescheiden kommen den Kopepoden zugehörige Krebschen mit merkwürdigen blattartigen Verbreiterungen des Rückens vor, die Notodelphyiden, welche wohl schon den Übergang zu parasitischer Lebensweise anbahnen. An diesem Ort kommen auch kleine Garneelen (Pontonia) vor.

Ganz besonders eigenartig sind die Lebensgewohnheiten der „Muschelwächter". Es sind dies kleine Krebse aus verschiedenen Gruppen, besonders Krabben aus der Familie der Pinnotheriden, doch auch Pontonien, selbst Flohkrebse (Gammariden). Die Pinnotheriden sind eine artenreiche Familie, deren freilebende Glieder in Löchern und Höhlungen, auch in Korallen und Annelidenröhren sich aufhalten (vgl. Pinnixa usw. S. 274). Sehr viele Arten sind aber Entöken mit eigenartigen Anpassungen geworden. Allein von der Gattung Pinnotheres kommen ein paar Dutzend Arten in Muscheln der verschiedensten Meere vor, in Placuna, Lima, Pecten, Meleagrina, Mytilus, Modiola, Pinna, Arca, Pectunculus. Tridacna, Tapes, Solen, Venus, Ostrea, Pholas usw. Ähnlich leben die Krabben der Gattungen Durckheimia, Xanthasia, Fabia, Ostracotheres, Conchodytes usw. Vielfach sind einzelne Arten auf eine oder einige Arten von Wirten beschränkt. So findet sich die bekannteste Art, Pinnotheres veterum L., von der schon die antiken Schriftsteller berichteten, im Mittelmeer in Pinna, in England auch in Modiola und Ostrea. Die nah verwandte Art P. pisum L. lebt in Ostrea, Mytilus, Modiola und Cardium. Pinnotheres ostreum wird an der ostamerikanischen Küste frei und in der Auster (Ostrea virginiana) gefunden. Alle diese Formen sieht man, wenn die Muschel ihre Schalen weit geöffnet hat, zwischen den Mantelfalten der Muschel hervorschauen und gelegentlich auch herausmarschieren. Naht eine Gefahr, so zieht sich die Krabbe hastig ins Innere der Muschel zurück, die dann alsbald ihre Schalen schließt. Es ist aber nicht wahrscheinlich, daß letztere der Warnung ihres Wächters bedarf, wenn er ihr auch manchmal von Nutzen sein mag.

Andere Arten bewohnen Darmteile von Echinodermen, die im Dienst der Respiration stehen, deswegen nach außen mit weiter Öffnung kommunizieren und einen lebhaften Wasserwechsel unterhalten. Bei Seesternen und Seeigel halten sich manche Arten außen in der Nähe des Afters oder im Innern des Enddarms auf, eventuell in Ausstackungen desselben, wie z. B. Pinnaxodes chilensis (M.-E.) bei Strongylocentrotus gibbosus, einem chilenischen Seeigel. Meist findet man im Enddarm des Wirts nur Weibchen. In den Kloaken und Wasserlungen von Holothurien kommen mehrere Pinnotheriden vor, so Pinnixa-Arten bei Stichopus und Holothuria (ferner, um nur einige Beispiele zu nennen, Pinnotheres holothuriae Semper in Stichopus variegatus, P. semperi Bürger in Holothuria fuscocinerea usw.); bei Holothurien finden sich am gleichen Ort kleine bunte Schwimmkrabben aus der Gattung Lissocarcinus.

Bei den großen Holothurien oder Seewalzen (wie z. B. im Mittelmeer Holothuria tubulosa, Stichopus regalis) findet sich in den Wasserlungen gar nicht selten ein sehr eigenartiger Gast. Es ist dies ein kleiner schlanker Fisch aus der Gattung Fierasfer oder ihren nahen Verwandten. Die Mittelmeerform, die Emery im Neapeler Aquarium genauer beobachtet hat, mißt etwa 8—12 cm Länge, ist fast durchscheinend, pigmentarm und hat spitzen Kopf wie spitzen Schwanz. Der ganze Körper, auch die Flossen sind geschmeidig und weich. Das Tierchen kann man mit dem Kopfende die weitgeöffnete Afteröffnung der Holothurie suchen sehen, worauf es sich herumdreht und mit dem Schwanz voraus in die Kloake und von da in die Wasserlunge schlüpft. Man findet ihrer in freier Natur in einer Holothurie

Digitized by Google

bis zu dreien, doch im Aquarium konnte man gar sieben hineinschlüpfen sehen, was oft zu Beschädigungen der Holothurie führte. Der kleine Fisch benutzt die rhythmische Atembewegung der Holothurie, um durch die weitgeöffnete Pforte einzudringen, und die Seewalze, welche sonst bei Reizung sofort bereit ist, ihre Wasserlungen und ihren Darm auszuspucken, reagiert gar nicht auf ihn. Er verläßt ihren After, um seine Nahrung einzufangen, die aus kleinen Krustazeen besteht. Die Seewalze bietet ihm also nur schützendes Obdach und in diesem geeignetes Respirationswasser. Die Fierasferiden sind übrigens nicht ausschließlich auf die Gastfreundschaft der Seewalzen angewiesen. Eine japanische Art lebt in den fünfeckigen, hochgewölbten Körpern der Seesterne aus der Gattung Culcita, und Fierasfer dubius von der Panamaküste verkriecht sich in der Perlmuschel (Meleagrina margaritifera), in deren Schalensubstanz gelegentlich ein abgestorbenes Exemplar des Fisches, vollkommen in Perlmuttersubstanz gebettet, gefunden wurde.

Der Übergang zum Parasitismus wird durch einige kleine Fischarten angedeutet, welche in der Kiemenhöhle größerer Fische leben. In den südamerikanischen Flüssen kommt ein bis zu 2 m langer Wels Platystoma coruscans vor, in dessen Kiemenhöhle sich eine andere sehr kleine Welsart findet (Stegophilus insidiosus), welche dort aus den Kiemen Blut saugt. Ähnlich leben Vandellia und Cetopsis-Arten in Südamerika sowie in unseren Meeren aalartige Formen (Ophichtys, Apterichthys), welche beim Seeteufel (Lophius piscatorius L.) vorkommen, ihn aber wohl nicht schädigen. Die 6 cm lange Vandellia cirrosa soll im Amazonenstrom, durch den Urin angezogen, badenden Männern in die Harnröhre eindringen und infolge der entgegenstehenden Flossenstrahlen, nicht mehr herauszuziehen sein. Ich kann keine Bestätigung dieser Angabe in der Literatur finden, doch wird allgemein angegeben, daß die Eingeborenen sich beim Baden durch ein vorgebundenes Stück Kokusnußschale schützen.

17. Parasitismus.

Ein Parasit ist ein Organismus, welcher einem anderen, seinem Wirt, lebende Substanz oder fertige Nährsäfte entzieht, indem er dabei dessen Körper auf kürzere oder längere Zeit bewohnt.

Ein großer Teil der Arbeit, den jeder freilebende Organismus für die Zwecke der Nahrungsbeschaffung leisten muß, wird von dem Parasiten seinem Wirt überlassen. Er erwirbt sich seinen Lebensunterhalt nicht selbst, sondern unterschlägt oder stiehlt einem anderen Organismus die zu seiner Bestreitung notwendigen Substanzen. Manche fressen direkt Teile der Leibessubstanzen des Wirtes, die meisten aber entziehen ihm Körpersäfte. Während Raubtiere, auch wenn sie viel kleiner sind als ihr Opfer, dasselbe sofort töten, wenn sie es zu überwältigen vermögen, erlauben die Schädigungen, die von Parasiten verursacht werden, dem Wirt eine längere oder kürzere Zeit weiterzuleben. Ja viele Formen töten ihren Wirt überhaupt nicht, fügen ihm überhaupt keinen das Leben bedrohenden Schaden zu. Das Schmarotzertum ist also durch die Art der Nahrungserwerbung und die Beziehungen, welche dieselbe zwischen den Parasiten und anderen Organismen verursacht, charakterisiert.

Die früher erörterten Ernährungsgemeinschaften der Tiere leiten auf vielen Linien zum Parasitismus hin. Bei vielen Blutsaugern, kleinen Raubtieren, bei Epöken und Entöken, ja selbst bei manchen Saprozoen ist es oft kaum mit Sicherheit zu unterscheiden, ob sie schon Parasiten sind oder noch nicht als solche bezeichnet werden können. Die Schwierigkeit ist noch dadurch vermehrt, daß es ziemlich viele fakultative Parasiten gibt, d. h. solche, welche nur gelegentlich in anderen Tieren schmarotzen, welche aber die Fähigkeit haben, sich auch

Digitized by Google

in der freien Natur zu erhalten. Andere Tierformen schmarotzen nur während eines Teils ihres Lebens, während sie den anderen Teil in vollkommener Unabhängigkeit bei ganz anderer Ernährung verbringen. Die verwirrende Fülle der Erscheinungen des Parasitismus wird nicht zum wenigsten dadurch bewirkt, daß Tiere aus fast allen größeren Gruppen des Tierreichs zu Parasiten geworden sind, wie ein flüchtiger Überblick uns jetzt zeigen soll.

Parasiten gibt es unter den Cölenteraten nur ganz wenige, unter den Echinodermen und Tunikaten fehlen sie ganz. Sonst ermangeln sie keiner Tiergruppe, nicht einmal den Wirbeltieren. Welche große Bedeutung die parasitischen Protozoen besitzen, das ist erst im letzten Jahrzehnt voll erkannt worden. Seither weiß man, daß Amöben, Flagellaten, Sporozoen und Ciliaten nicht nur als Schmarotzer zu leben, sondern als gefährliche Krankheitserreger Mensch und Tiere aufs empfindlichste zu schädigen, ja selbst zu töten vermögen.

Daß unter den Würmern sich zahlreiche Schmarotzer befinden, weiß jeder Laie; ja, wenn von Würmern die Rede ist, denkt er wohl meistens an Bandwürmer, Spulwürmer, Trichinen oder ähnliche Schmarotzer des Menschen. Unter den Gliederfüßlern werden wir niedere und höhere Krebse als zum Teil hoch angepaßte Parasiten kennen lernen (parasitische Kopepoden, Bopyriden, Rhizocephalen); unter den Spinnentieren gibt es nicht nur blutsaugende Formen, wie die Zecken, sondern auch echte Parasiten, wie gewisse Milben und die Zungenwürmer, die in inneren Organen leben. Ebenso ist das Reich der Insekten nicht ohne parasitische Mitglieder. Viele Insektenarten wie die Raupenfliegen, Schlupfwespen u. a. m. verbringen ihre Larvenzeit als Parasiten.

Unter den Weichtieren ist die Zahl der Schmarotzer sehr gering, doch fehlen sie nicht ganz, und gerade unter ihnen finden wir einige für die Biologie des Parasitismus besonders interessante Beispiele. Es sind das Schnecken und Muscheln, welche auf und in Stachelhäutern leben und durch den Parasitismus so sehr abgeändert sind, daß man ihre Zugehörigkeit zu Mollusken nur mit Mühe feststellen kann. Schließlich sei hervorgehoben, daß außer den früher behandelten Fischformen (Seite 280), die wohl nur einen Übergang zum Parasitismus darstellen, die Schleimfische oder Myxinoiden (Myxine und Bdellostoma) sich in lebende Fische einbohren und sie von innen heraus ausfressen.

Immerhin gibt es unter den höheren Tieren sehr viel weniger vollkommen an den Parasitismus angepaßte Arten als unter den niederen. Wir werden das sehr gut verstehen, sobald wir die Biologie der Parasiten etwas eingehender erörtert haben. Das parasitische Leben hat einen großen Einfluß auf die Organisation der Tiere. Sie werden vielfach durch dasselbe stark verändert, ja sogar von ihrer Organisationshöhe heruntergedrängt und in ihrem Bau bedeutend vereinfacht. Diesen Anpassungen kann sich ein niedrig organisiertes Tier viel leichter unterwerfen als ein höheres Tier, das vielfach schon weitgehend spezialisiert ist.

Die den höherstehenden Gruppen angehörigen Parasiten sind — wie sie durch den Parasitismus weniger abgeändert sind — so auch meistens weniger stark und dauernd an ihren Wirt gebunden. Daher werden wir gerade unter ihnen öfter Formen zu erwähnen haben, die nur während eines Teils ihres Lebens ein anderes Tier als Parasit bewohnen.

Die Parasiten selbst kommen in Tieren aus allen Gruppen des Tierreiches vor. Die kleinsten wie die größten, die einfachsten wie die kompliziertesten Tiere können **Wirte** der Parasiten sein. Wir finden sie in Protozoen so gut wie in Menschen, ja selbst die kleinen Eier von allen möglichen Tieren werden bald von Protozoen, bald von Würmern, bald wie die Eier von Spinnen und Insekten von außerordentlich kleinen Schlupfwespenlarven befallen. Auch die Parasiten selbst sind vor der Belästigung durch andere Parasiten nicht sicher. In Würmern kommen andere Würmer oder Protozoen, in parasitischen Krebsen andere parasitische

Digitized by Google

Kirche, 17 Prälaturen und Pfarrhäuser, 11 Hospitalstiftungen, 6 in Klöstern, Bruderschaften, Zünfte und die Armen aus ungenau bezeichneten und zu Augsburg gehörigen Orten, 2 Schulen, 1 Bibliothek und 1 Kunstkammer.

Die Kirche, die Prälaturen und Pfarrhäuser, die Hospitalstiftungen, die Klöster, Bruderschaften und Zünfte sind die eigentlich zu Augsburg gehörigen Stiftungen. Die Armen aus ungenau bezeichneten Orten sind Fremde, die in Augsburg Almosen erhalten.

Abb. 1. Augsburg, Fuggerei. Grundriß. Nach Stadtarchiv Augsburg, Fuggerei, Akten, Nr. 6, fol. 9. Photokopie. Bezeichnung der Häuser: 1 Wohnung des Pfarrers, 2 Wohnung des Schreibers, 3 Wohnung des Hausmeisters, 4 Wohnung des Torwächters, 5 Wohnung des Gärtners, 6 Wohnung des Totengräbers, 7 Wohnung des Lehrers, 8 Wohnung des Mesners, 9 Wohnung des Organisten, 10 Wohnung des Kaplans, 11 Wohnung des Predigers, 12 Wohnung des Kaplans, 13 Wohnung des Predigers, 14 Wohnung des Kaplans, 15 Wohnung des Predigers, 16 Wohnung des Kaplans, 17 Wohnung des Predigers, 18 Wohnung des Kaplans, 19 Wohnung des Predigers, 20 Wohnung des Kaplans, 21 Wohnung des Predigers, 22 Wohnung des Kaplans, 23 Wohnung des Predigers, 24 Wohnung des Kaplans, 25 Wohnung des Predigers, 26 Wohnung des Kaplans, 27 Wohnung des Predigers, 28 Wohnung des Kaplans, 29 Wohnung des Predigers, 30 Wohnung des Kaplans, 31 Wohnung des Predigers, 32 Wohnung des Kaplans, 33 Wohnung des Predigers, 34 Wohnung des Kaplans, 35 Wohnung des Predigers, 36 Wohnung des Kaplans, 37 Wohnung des Predigers, 38 Wohnung des Kaplans, 39 Wohnung des Predigers, 40 Wohnung des Kaplans, 41 Wohnung des Predigers, 42 Wohnung des Kaplans, 43 Wohnung des Predigers, 44 Wohnung des Kaplans, 45 Wohnung des Predigers, 46 Wohnung des Kaplans, 47 Wohnung des Predigers, 48 Wohnung des Kaplans, 49 Wohnung des Predigers, 50 Wohnung des Kaplans, 51 Wohnung des Predigers, 52 Wohnung des Kaplans, 53 Wohnung des Predigers, 54 Wohnung des Kaplans, 55 Wohnung des Predigers, 56 Wohnung des Kaplans, 57 Wohnung des Predigers, 58 Wohnung des Kaplans, 59 Wohnung des Predigers, 60 Wohnung des Kaplans, 61 Wohnung des Predigers, 62 Wohnung des Kaplans, 63 Wohnung des Predigers, 64 Wohnung des Kaplans, 65 Wohnung des Predigers, 66 Wohnung des Kaplans, 67 Wohnung des Predigers, 68 Wohnung des Kaplans, 69 Wohnung des Predigers, 70 Wohnung des Kaplans, 71 Wohnung des Predigers, 72 Wohnung des Kaplans, 73 Wohnung des Predigers, 74 Wohnung des Kaplans, 75 Wohnung des Predigers, 76 Wohnung des Kaplans, 77 Wohnung des Predigers, 78 Wohnung des Kaplans, 79 Wohnung des Predigers, 80 Wohnung des Kaplans, 81 Wohnung des Predigers, 82 Wohnung des Kaplans, 83 Wohnung des Predigers, 84 Wohnung des Kaplans, 85 Wohnung des Predigers, 86 Wohnung des Kaplans, 87 Wohnung des Predigers, 88 Wohnung des Kaplans, 89 Wohnung des Predigers, 90 Wohnung des Kaplans, 91 Wohnung des Predigers, 92 Wohnung des Kaplans, 93 Wohnung des Predigers, 94 Wohnung des Kaplans, 95 Wohnung des Predigers, 96 Wohnung des Kaplans, 97 Wohnung des Predigers, 98 Wohnung des Kaplans, 99 Wohnung des Predigers, 100 Wohnung des Kaplans, 101 Wohnung des Predigers, 102 Wohnung des Kaplans, 103 Wohnung des Predigers, 104 Wohnung des Kaplans, 105 Wohnung des Predigers, 106 Wohnung des Kaplans, 107 Wohnung des Predigers, 108 Wohnung des Kaplans, 109 Wohnung des Predigers, 110 Wohnung des Kaplans, 111 Wohnung des Predigers, 112 Wohnung des Kaplans, 113 Wohnung des Predigers, 114 Wohnung des Kaplans, 115 Wohnung des Predigers, 116 Wohnung des Kaplans, 117 Wohnung des Predigers, 118 Wohnung des Kaplans, 119 Wohnung des Predigers, 120 Wohnung des Kaplans, 121 Wohnung des Predigers, 122 Wohnung des Kaplans, 123 Wohnung des Predigers, 124 Wohnung des Kaplans, 125 Wohnung des Predigers, 126 Wohnung des Kaplans, 127 Wohnung des Predigers, 128 Wohnung des Kaplans, 129 Wohnung des Predigers, 130 Wohnung des Kaplans, 131 Wohnung des Predigers, 132 Wohnung des Kaplans, 133 Wohnung des Predigers, 134 Wohnung des Kaplans, 135 Wohnung des Predigers, 136 Wohnung des Kaplans, 137 Wohnung des Predigers, 138 Wohnung des Kaplans, 139 Wohnung des Predigers, 140 Wohnung des Kaplans, 141 Wohnung des Predigers, 142 Wohnung des Kaplans, 143 Wohnung des Predigers, 144 Wohnung des Kaplans, 145 Wohnung des Predigers, 146 Wohnung des Kaplans, 147 Wohnung des Predigers, 148 Wohnung des Kaplans, 149 Wohnung des Predigers, 150 Wohnung des Kaplans, 151 Wohnung des Predigers, 152 Wohnung des Kaplans, 153 Wohnung des Predigers, 154 Wohnung des Kaplans, 155 Wohnung des Predigers, 156 Wohnung des Kaplans, 157 Wohnung des Predigers, 158 Wohnung des Kaplans, 159 Wohnung des Predigers, 160 Wohnung des Kaplans, 161 Wohnung des Predigers, 162 Wohnung des Kaplans, 163 Wohnung des Predigers, 164 Wohnung des Kaplans, 165 Wohnung des Predigers, 166 Wohnung des Kaplans, 167 Wohnung des Predigers, 168 Wohnung des Kaplans, 169 Wohnung des Predigers, 170 Wohnung des Kaplans, 171 Wohnung des Predigers, 172 Wohnung des Kaplans, 173 Wohnung des Predigers, 174 Wohnung des Kaplans, 175 Wohnung des Predigers, 176 Wohnung des Kaplans, 177 Wohnung des Predigers, 178 Wohnung des Kaplans, 179 Wohnung des Predigers, 180 Wohnung des Kaplans, 181 Wohnung des Predigers, 182 Wohnung des Kaplans, 183 Wohnung des Predigers, 184 Wohnung des Kaplans, 185 Wohnung des Predigers, 186 Wohnung des Kaplans, 187 Wohnung des Predigers, 188 Wohnung des Kaplans, 189 Wohnung des Predigers, 190 Wohnung des Kaplans, 191 Wohnung des Predigers, 192 Wohnung des Kaplans, 193 Wohnung des Predigers, 194 Wohnung des Kaplans, 195 Wohnung des Predigers, 196 Wohnung des Kaplans, 197 Wohnung des Predigers, 198 Wohnung des Kaplans, 199 Wohnung des Predigers, 200 Wohnung des Kaplans, 201 Wohnung des Predigers, 202 Wohnung des Kaplans, 203 Wohnung des Predigers, 204 Wohnung des Kaplans, 205 Wohnung des Predigers, 206 Wohnung des Kaplans, 207 Wohnung des Predigers, 208 Wohnung des Kaplans, 209 Wohnung des Predigers, 210 Wohnung des Kaplans, 211 Wohnung des Predigers, 212 Wohnung des Kaplans, 213 Wohnung des Predigers, 214 Wohnung des Kaplans, 215 Wohnung des Predigers, 216 Wohnung des Kaplans, 217 Wohnung des Predigers, 218 Wohnung des Kaplans, 219 Wohnung des Predigers, 220 Wohnung des Kaplans, 221 Wohnung des Predigers, 222 Wohnung des Kaplans, 223 Wohnung des Predigers, 224 Wohnung des Kaplans, 225 Wohnung des Predigers, 226 Wohnung des Kaplans, 227 Wohnung des Predigers, 228 Wohnung des Kaplans, 229 Wohnung des Predigers, 230 Wohnung des Kaplans, 231 Wohnung des Predigers, 232 Wohnung des Kaplans, 233 Wohnung des Predigers, 234 Wohnung des Kaplans, 235 Wohnung des Predigers, 236 Wohnung des Kaplans, 237 Wohnung des Predigers, 238 Wohnung des Kaplans, 239 Wohnung des Predigers, 240 Wohnung des Kaplans, 241 Wohnung des Predigers, 242 Wohnung des Kaplans, 243 Wohnung des Predigers, 244 Wohnung des Kaplans, 245 Wohnung des Predigers, 246 Wohnung des Kaplans, 247 Wohnung des Predigers, 248 Wohnung des Kaplans, 249 Wohnung des Predigers, 250 Wohnung des Kaplans, 251 Wohnung des Predigers, 252 Wohnung des Kaplans, 253 Wohnung des Predigers, 254 Wohnung des Kaplans, 255 Wohnung des Predigers, 256 Wohnung des Kaplans, 257 Wohnung des Predigers, 258 Wohnung des Kaplans, 259 Wohnung des Predigers, 260 Wohnung des Kaplans, 261 Wohnung des Predigers, 262 Wohnung des Kaplans, 263 Wohnung des Predigers, 264 Wohnung des Kaplans, 265 Wohnung des Predigers, 266 Wohnung des Kaplans, 267 Wohnung des Predigers, 268 Wohnung des Kaplans, 269 Wohnung des Predigers, 270 Wohnung des Kaplans, 271 Wohnung des Predigers, 272 Wohnung des Kaplans, 273 Wohnung des Predigers, 274 Wohnung des Kaplans, 275 Wohnung des Predigers, 276 Wohnung des Kaplans, 277 Wohnung des Predigers, 278 Wohnung des Kaplans, 279 Wohnung des Predigers, 280 Wohnung des Kaplans, 281 Wohnung des Predigers, 282 Wohnung des Kaplans, 283 Wohnung des Predigers, 284 Wohnung des Kaplans, 285 Wohnung des Predigers, 286 Wohnung des Kaplans, 287 Wohnung des Predigers, 288 Wohnung des Kaplans, 289 Wohnung des Predigers, 290 Wohnung des Kaplans, 291 Wohnung des Predigers, 292 Wohnung des Kaplans, 293 Wohnung des Predigers, 294 Wohnung des Kaplans, 295 Wohnung des Predigers, 296 Wohnung des Kaplans, 297 Wohnung des Predigers, 298 Wohnung des Kaplans, 299 Wohnung des Predigers, 300 Wohnung des Kaplans, 301 Wohnung des Predigers, 302 Wohnung des Kaplans, 303 Wohnung des Predigers, 304 Wohnung des Kaplans, 305 Wohnung des Predigers, 306 Wohnung des Kaplans, 307 Wohnung des Predigers, 308 Wohnung des Kaplans, 309 Wohnung des Predigers, 310 Wohnung des Kaplans, 311 Wohnung des Predigers, 312 Wohnung des Kaplans, 313 Wohnung des Predigers, 314 Wohnung des Kaplans, 315 Wohnung des Predigers, 316 Wohnung des Kaplans, 317 Wohnung des Predigers, 318 Wohnung des Kaplans, 319 Wohnung des Predigers, 320 Wohnung des Kaplans, 321 Wohnung des Predigers, 322 Wohnung des Kaplans, 323 Wohnung des Predigers, 324 Wohnung des Kaplans, 325 Wohnung des Predigers, 326 Wohnung des Kaplans, 327 Wohnung des Predigers, 328 Wohnung des Kaplans, 329 Wohnung des Predigers, 330 Wohnung des Kaplans, 331 Wohnung des Predigers, 332 Wohnung des Kaplans, 333 Wohnung des Predigers, 334 Wohnung des Kaplans, 335 Wohnung des Predigers, 336 Wohnung des Kaplans, 337 Wohnung des Predigers, 338 Wohnung des Kaplans, 339 Wohnung des Predigers, 340 Wohnung des Kaplans, 341 Wohnung des Predigers, 342 Wohnung des Kaplans, 343 Wohnung des Predigers, 344 Wohnung des Kaplans, 345 Wohnung des Predigers, 346 Wohnung des Kaplans, 347 Wohnung des Predigers, 348 Wohnung des Kaplans, 349 Wohnung des Predigers, 350 Wohnung des Kaplans, 351 Wohnung des Predigers, 352 Wohnung des Kaplans, 353 Wohnung des Predigers, 354 Wohnung des Kaplans, 355 Wohnung des Predigers, 356 Wohnung des Kaplans, 357 Wohnung des Predigers, 358 Wohnung des Kaplans, 359 Wohnung des Predigers, 360 Wohnung des Kaplans, 361 Wohnung des Predigers, 362 Wohnung des Kaplans, 363 Wohnung des Predigers, 364 Wohnung des Kaplans, 365 Wohnung des Predigers, 366 Wohnung des Kaplans, 367 Wohnung des Predigers, 368 Wohnung des Kaplans, 369 Wohnung des Predigers, 370 Wohnung des Kaplans, 371 Wohnung des Predigers, 372 Wohnung des Kaplans, 373 Wohnung des Predigers, 374 Wohnung des Kaplans, 375 Wohnung des Predigers, 376 Wohnung des Kaplans, 377 Wohnung des Predigers, 378 Wohnung des Kaplans, 379 Wohnung des Predigers, 380 Wohnung des Kaplans, 381 Wohnung des Predigers, 382 Wohnung des Kaplans, 383 Wohnung des Predigers, 384 Wohnung des Kaplans, 385 Wohnung des Predigers, 386 Wohnung des Kaplans, 387 Wohnung des Predigers, 388 Wohnung des Kaplans, 389 Wohnung des Predigers, 390 Wohnung des Kaplans, 391 Wohnung des Predigers, 392 Wohnung des Kaplans, 393 Wohnung des Predigers, 394 Wohnung des Kaplans, 395 Wohnung des Predigers, 396 Wohnung des Kaplans, 397 Wohnung des Predigers, 398 Wohnung des Kaplans, 399 Wohnung des Predigers, 400 Wohnung des Kaplans, 401 Wohnung des Predigers, 402 Wohnung des Kaplans, 403 Wohnung des Predigers, 404 Wohnung des Kaplans, 405 Wohnung des Predigers, 406 Wohnung des Kaplans, 407 Wohnung des Predigers, 408 Wohnung des Kaplans, 409 Wohnung des Predigers, 410 Wohnung des Kaplans, 411 Wohnung des Predigers, 412 Wohnung des Kaplans, 413 Wohnung des Predigers, 414 Wohnung des Kaplans, 415 Wohnung des Predigers, 416 Wohnung des Kaplans, 417 Wohnung des Predigers, 418 Wohnung des Kaplans, 419 Wohnung des Predigers, 420 Wohnung des Kaplans, 421 Wohnung des Predigers, 422 Wohnung des Kaplans, 423 Wohnung des Predigers, 424 Wohnung des Kaplans, 425 Wohnung des Predigers, 426 Wohnung des Kaplans, 427 Wohnung des Predigers, 428 Wohnung des Kaplans, 429 Wohnung des Predigers, 430 Wohnung des Kaplans, 431 Wohnung des Predigers, 432 Wohnung des Kaplans, 433 Wohnung des Predigers, 434 Wohnung des Kaplans, 435 Wohnung des Predigers, 436 Wohnung des Kaplans, 437 Wohnung des Predigers, 438 Wohnung des Kaplans, 439 Wohnung des Predigers, 440 Wohnung des Kaplans, 441 Wohnung des Predigers, 442 Wohnung des Kaplans, 443 Wohnung des Predigers, 444 Wohnung des Kaplans, 445 Wohnung des Predigers, 446 Wohnung des Kaplans, 447 Wohnung des Predigers, 448 Wohnung des Kaplans, 449 Wohnung des Predigers, 450 Wohnung des Kaplans, 451 Wohnung des Predigers, 452 Wohnung des Kaplans, 453 Wohnung des Predigers, 454 Wohnung des Kaplans, 455 Wohnung des Predigers, 456 Wohnung des Kaplans, 457 Wohnung des Predigers, 458 Wohnung des Kaplans, 459 Wohnung des Predigers, 460 Wohnung des Kaplans, 461 Wohnung des Predigers, 462 Wohnung des Kaplans, 463 Wohnung des Predigers, 464 Wohnung des Kaplans, 465 Wohnung des Predigers, 466 Wohnung des Kaplans, 467 Wohnung des Predigers, 468 Wohnung des Kaplans, 469 Wohnung des Predigers, 470 Wohnung des Kaplans, 471 Wohnung des Predigers, 472 Wohnung des Kaplans, 473 Wohnung des Predigers, 474 Wohnung des Kaplans, 475 Wohnung des Predigers, 476 Wohnung des Kaplans, 477 Wohnung des Predigers, 478 Wohnung des Kaplans, 479 Wohnung des Predigers, 480 Wohnung des Kaplans, 481 Wohnung des Predigers, 482 Wohnung des Kaplans, 483 Wohnung des Predigers, 484 Wohnung des Kaplans, 485 Wohnung des Predigers, 486 Wohnung des Kaplans, 487 Wohnung des Predigers, 488 Wohnung des Kaplans, 489 Wohnung des Predigers, 490 Wohnung des Kaplans, 491 Wohnung des Predigers, 492 Wohnung des Kaplans, 493 Wohnung des Predigers, 494 Wohnung des Kaplans, 495 Wohnung des Predigers, 496 Wohnung des Kaplans, 497 Wohnung des Predigers, 498 Wohnung des Kaplans, 499 Wohnung des Predigers, 500 Wohnung des Kaplans, 501 Wohnung des Predigers, 502 Wohnung des Kaplans, 503 Wohnung des Predigers, 504 Wohnung des Kaplans, 505 Wohnung des Predigers, 506 Wohnung des Kaplans, 507 Wohnung des Predigers, 508 Wohnung des Kaplans, 509 Wohnung des Predigers, 510 Wohnung des Kaplans, 511 Wohnung des Predigers, 512 Wohnung des Kaplans, 513 Wohnung des Predigers, 514 Wohnung des Kaplans, 515 Wohnung des Predigers, 516 Wohnung des Kaplans, 517 Wohnung des Predigers, 518 Wohnung des Kaplans, 519 Wohnung des Predigers, 520 Wohnung des Kaplans, 521 Wohnung des Predigers, 522 Wohnung des Kaplans, 523 Wohnung des Predigers, 524 Wohnung des Kaplans, 525 Wohnung des Predigers, 526 Wohnung des Kaplans, 527 Wohnung des Predigers, 528 Wohnung des Kaplans, 529 Wohnung des Predigers, 530 Wohnung des Kaplans, 531 Wohnung des Predigers, 532 Wohnung des Kaplans, 533 Wohnung des Predigers, 534 Wohnung des Kaplans, 535 Wohnung des Predigers, 536 Wohnung des Kaplans, 537 Wohnung des Predigers, 538 Wohnung des Kaplans, 539 Wohnung des Predigers, 540 Wohnung des Kaplans, 541 Wohnung des Predigers, 542 Wohnung des Kaplans, 543 Wohnung des Predigers, 544 Wohnung des Kaplans, 545 Wohnung des Predigers, 546 Wohnung des Kaplans, 547 Wohnung des Predigers, 548 Wohnung des Kaplans, 549 Wohnung des Predigers, 550 Wohnung des Kaplans, 551 Wohnung des Predigers, 552 Wohnung des Kaplans, 553 Wohnung des Predigers, 554 Wohnung des Kaplans, 555 Wohnung des Predigers, 556 Wohnung des Kaplans, 557 Wohnung des Predigers, 558 Wohnung des Kaplans, 559 Wohnung des Predigers, 560 Wohnung des Kaplans, 561 Wohnung des Predigers, 562 Wohnung des Kaplans, 563 Wohnung des Predigers, 564 Wohnung des Kaplans, 565 Wohnung des Predigers, 566 Wohnung des Kaplans, 567 Wohnung des Predigers, 568 Wohnung des Kaplans, 569 Wohnung des Predigers, 570 Wohnung des Kaplans, 571 Wohnung des Predigers, 572 Wohnung des Kaplans, 573 Wohnung des Predigers, 574 Wohnung des Kaplans, 575 Wohnung des Predigers, 576 Wohnung des Kaplans, 577 Wohnung des Predigers, 578 Wohnung des Kaplans, 579 Wohnung des Predigers, 580 Wohnung des Kaplans, 581 Wohnung des Predigers, 582 Wohnung des Kaplans, 583 Wohnung des Predigers, 584 Wohnung des Kaplans, 585 Wohnung des Predigers, 586 Wohnung des Kaplans, 587 Wohnung des Predigers, 588 Wohnung des Kaplans, 589 Wohnung des Predigers, 590 Wohnung des Kaplans, 591 Wohnung des Predigers, 592 Wohnung des Kaplans, 593 Wohnung des Predigers, 594 Wohnung des Kaplans, 595 Wohnung des Predigers, 596 Wohnung des Kaplans, 597 Wohnung des Predigers, 598 Wohnung des Kaplans, 599 Wohnung des Predigers, 600 Wohnung des Kaplans, 601 Wohnung des Predigers, 602 Wohnung des Kaplans, 603 Wohnung des Predigers, 604 Wohnung des Kaplans, 605 Wohnung des Predigers, 606 Wohnung des Kaplans, 607 Wohnung des Predigers, 608 Wohnung des Kaplans, 609 Wohnung des Predigers, 610 Wohnung des Kaplans, 611 Wohnung des Predigers, 612 Wohnung des Kaplans, 613 Wohnung des Predigers, 614 Wohnung des Kaplans, 615 Wohnung des Predigers, 616 Wohnung des Kaplans, 617 Wohnung des Predigers, 618 Wohnung des Kaplans, 619 Wohnung des Predigers, 620 Wohnung des Kaplans, 621 Wohnung des Predigers, 622 Wohnung des Kaplans, 623 Wohnung des Predigers, 624 Wohnung des Kaplans, 625 Wohnung des Predigers, 626 Wohnung des Kaplans, 627 Wohnung des Predigers, 628 Wohnung des Kaplans, 629 Wohnung des Predigers, 630 Wohnung des Kaplans, 631 Wohnung des Predigers, 632 Wohnung des Kaplans, 633 Wohnung des Predigers, 634 Wohnung des Kaplans, 635 Wohnung des Predigers, 636 Wohnung des Kaplans, 637 Wohnung des Predigers, 638 Wohnung des Kaplans, 639 Wohnung des Predigers, 640 Wohnung des Kaplans, 641 Wohnung des Predigers, 642 Wohnung des Kaplans, 643 Wohnung des Predigers, 644 Wohnung des Kaplans, 645 Wohnung des Predigers, 646 Wohnung des Kaplans, 647 Wohnung des Predigers, 648 Wohnung des Kaplans, 649 Wohnung des Predigers, 650 Wohnung des Kaplans, 651 Wohnung des Predigers, 652 Wohnung des Kaplans, 653 Wohnung des Predigers, 654 Wohnung des Kaplans, 655 Wohnung des Predigers, 656 Wohnung des Kaplans, 657 Wohnung des Predigers, 658 Wohnung des Kaplans, 659 Wohnung des Predigers, 660 Wohnung des Kaplans, 661 Wohnung des Predigers, 662 Wohnung des Kaplans, 663 Wohnung des Predigers, 664 Wohnung des Kaplans, 665 Wohnung des Predigers, 666 Wohnung des Kaplans, 667 Wohnung des Predigers, 668 Wohnung des Kaplans, 669 Wohnung des Predigers, 670 Wohnung des Kaplans, 671 Wohnung des Predigers, 672 Wohnung des Kaplans, 673 Wohnung des Predigers, 674 Wohnung des Kaplans, 675 Wohnung des Predigers, 676 Wohnung des Kaplans, 677 Wohnung des Predigers, 678 Wohnung des Kaplans, 679 Wohnung des Predigers, 680 Wohnung des Kaplans, 681 Wohnung des Predigers, 682 Wohnung des Kaplans, 683 Wohnung des Predigers, 684 Wohnung des Kaplans, 685 Wohnung des Predigers, 686 Wohnung des Kaplans, 687 Wohnung des Predigers, 688 Wohnung des Kaplans, 689 Wohnung des Predigers, 690 Wohnung des Kaplans, 691 Wohnung des Predigers, 692 Wohnung des Kaplans, 693 Wohnung des Predigers, 694 Wohnung des Kaplans, 695 Wohnung des Predigers, 696 Wohnung des Kaplans, 697 Wohnung des Predigers, 698 Wohnung des Kaplans, 699 Wohnung des Predigers, 700 Wohnung des Kaplans, 701 Wohnung des Predigers, 702 Wohnung des Kaplans, 703 Wohnung des Predigers, 704 Wohnung des Kaplans, 705 Wohnung des Predigers, 706 Wohnung des Kaplans, 707 Wohnung des Predigers, 708 Wohnung des Kaplans, 709 Wohnung des Predigers, 710 Wohnung des Kaplans, 711 Wohnung des Predigers, 712 Wohnung des Kaplans, 713 Wohnung des Predigers, 714 Wohnung des Kaplans, 715 Wohnung des Predigers, 716 Wohnung des Kaplans, 717 Wohnung des Predigers, 718 Wohnung des Kaplans, 719 Wohnung des Predigers, 720 Wohnung des Kaplans, 721 Wohnung des Predigers, 722 Wohnung des Kaplans, 723 Wohnung des Predigers, 724 Wohnung des Kaplans, 725 Wohnung des Predigers, 726 Wohnung des Kaplans, 727 Wohnung des Predigers, 728 Wohnung des Kaplans, 729 Wohnung des Predigers, 730 Wohnung des Kaplans, 731 Wohnung des Predigers, 732 Wohnung des Kaplans, 733 Wohnung des Predigers, 734 Wohnung des Kaplans, 735 Wohnung des Predigers, 736 Wohnung des Kaplans, 737 Wohnung des Predigers, 738 Wohnung des Kaplans, 739 Wohnung des Predigers, 740 Wohnung des Kaplans, 741 Wohnung des Predigers, 742 Wohnung des Kaplans, 743 Wohnung des Predigers, 744 Wohnung des Kaplans, 745 Wohnung des Predigers, 746 Wohnung des Kaplans, 747 Wohnung des Predigers, 748 Wohnung des Kaplans, 749 Wohnung des Predigers, 750 Wohnung des Kaplans, 751 Wohnung des Predigers, 752 Wohnung des Kaplans, 753 Wohnung des Predigers, 754 Wohnung des Kaplans, 755 Wohnung des Predigers, 756 Wohnung des Kaplans, 757 Wohnung des Predigers, 758 Wohnung des Kaplans, 759 Wohnung des Predigers, 760 Wohnung des Kaplans, 761 Wohnung des Predigers, 762 Wohnung des Kaplans, 763 Wohnung des Predigers, 764 Wohnung des Kaplans, 765 Wohnung des Predigers, 766 Wohnung des Kaplans, 767 Wohnung des Predigers, 768 Wohnung des Kaplans, 769 Wohnung des Predigers, 770 Wohnung des Kaplans, 771 Wohnung des Predigers, 772 Wohnung des Kaplans, 773 Wohnung des Predigers, 774 Wohnung des Kaplans, 775 Wohnung des Predigers, 776 Wohnung des Kaplans, 777 Wohnung des Predigers, 778 Wohnung des Kaplans, 779 Wohnung des Predigers, 780 Wohnung des Kaplans, 781 Wohnung des Predigers, 782 Wohnung des Kaplans, 783 Wohnung des Predigers, 784 Wohnung des Kaplans, 785 Wohnung des Predigers, 786 Wohnung des Kaplans, 787 Wohnung des Predigers, 788 Wohnung des Kaplans, 789 Wohnung des Predigers, 790 Wohnung des Kaplans, 791 Wohnung des Predigers, 792 Wohnung des Kaplans, 793 Wohnung des Predigers, 794 Wohnung des Kaplans, 795 Wohnung des Predigers, 796 Wohnung des Kaplans, 797 Wohnung des Predigers, 798 Wohnung des Kaplans, 799 Wohnung des Predigers, 800 Wohnung des Kaplans, 801 Wohnung des Predigers, 802 Wohnung des Kaplans, 803 Wohnung des Predigers, 804 Wohnung des Kaplans, 805 Wohnung des Predigers, 806 Wohnung des Kaplans, 807 Wohnung des Predigers, 808 Wohnung des Kaplans, 809 Wohnung des Predigers, 810 Wohnung des Kaplans, 811 Wohnung des Predigers, 812 Wohnung des Kaplans, 813 Wohnung des Predigers, 814 Wohnung des Kaplans, 815 Wohnung des Predigers, 816 Wohnung des Kaplans, 817 Wohnung des Predigers, 818 Wohnung des Kaplans, 819 Wohnung des Predigers, 820 Wohnung des Kaplans, 821 Wohnung des Predigers, 822 Wohnung des Kaplans, 823 Wohnung des Predigers, 824 Wohnung des Kaplans, 825 Wohnung des Predigers, 826 Wohnung des Kaplans, 827 Wohnung des Predigers, 828 Wohnung des Kaplans, 829 Wohnung des Predigers, 830 Wohnung des Kaplans, 831 Wohnung des Predigers, 832 Wohnung des Kaplans, 833 Wohnung des Predigers, 834 Wohnung des Kaplans, 835 Wohnung des Predigers, 836 Wohnung des Kaplans, 837 Wohnung des Predigers, 838 Wohnung des Kaplans, 839 Wohnung des Predigers, 840 Wohnung des Kaplans, 841 Wohnung des Predigers, 842 Wohnung des Kaplans, 843 Wohnung des Predigers, 844 Wohnung des Kaplans, 845 Wohnung des Predigers, 846 Wohnung des Kaplans, 847 Wohnung des Predigers, 848 Wohnung des Kaplans, 849 Wohnung des Predigers, 850 Wohnung des Kaplans, 851 Wohnung des Predigers, 852 Wohnung des Kaplans, 853 Wohnung des Predigers, 854 Wohnung des Kaplans, 855 Wohnung des Predigers, 856 Wohnung des Kaplans, 857 Wohnung des Predigers, 858 Wohnung des Kaplans, 859 Wohnung des Predigers, 860 Wohnung des Kaplans, 861 Wohnung des Predigers, 862 Wohnung des Kaplans, 863 Wohnung des Predigers, 864 Wohnung des Kaplans, 865 Wohnung des Predigers, 866 Wohnung des Kaplans, 867 Wohnung des Predigers, 868 Wohnung des Kaplans, 869 Wohnung des Predigers, 870 Wohnung des Kaplans, 871 Wohnung des Predigers, 872 Wohnung des Kaplans, 873 Wohnung des Predigers, 874 Wohnung des Kaplans, 875 Wohnung des Predigers, 876 Wohnung des Kaplans, 877 Wohnung des Predigers, 878 Wohnung des Kaplans, 879 Wohnung des Predigers, 880 Wohnung des Kaplans, 881 Wohnung des Predigers, 882 Wohnung des Kaplans, 883 Wohnung des Predigers, 884 Wohnung des Kaplans, 885 Wohnung des Predigers, 886 Wohnung des Kaplans, 887 Wohnung des Predigers, 888 Wohnung des Kaplans, 889 Wohnung des Predigers, 890 Wohnung des Kaplans, 891 Wohnung des Predigers, 892 Wohnung des Kaplans, 893 Wohnung des Predigers, 894 Wohnung des Kaplans, 895 Wohnung des Predigers, 896 Wohnung des Kaplans, 897 Wohnung des Predigers, 898 Wohnung des Kaplans, 899 Wohnung des Predigers, 900 Wohnung des Kaplans, 901 Wohnung des Predigers, 902 Wohnung des Kaplans, 903 Wohnung des Predigers, 904 Wohnung des Kaplans, 905 Wohnung des Predigers, 906 Wohnung des Kaplans, 907 Wohnung des Predigers, 908 Wohnung des Kaplans, 909 Wohnung des Predigers, 910 Wohnung des Kaplans, 911 Wohnung des Predigers, 912 Wohnung des Kaplans, 913 Wohnung des Predigers, 914 Wohnung des Kaplans, 915 Wohnung des Predigers, 916 Wohnung des Kaplans, 917 Wohnung des Predigers, 918 Wohnung des Kaplans, 919 Wohnung des Predigers, 920 Wohnung des Kaplans, 921 Wohnung des Predigers, 922 Wohnung des Kaplans, 923 Wohnung des Predigers, 924 Wohnung des Kaplans, 925 Wohnung des Predigers, 926 Wohnung des Kaplans, 927 Wohnung des Predigers, 928 Wohnung des Kaplans, 929 Wohnung des Predigers, 930 Wohnung des Kaplans, 931 Wohnung des Predigers, 932 Wohnung des Kaplans, 933 Wohnung des Predigers, 934 Wohnung des Kaplans, 935 Wohnung des Predigers, 936 Wohnung des Kaplans, 937 Wohnung des Predigers, 938 Wohnung des Kaplans, 939 Wohnung des Predigers, 940 Wohnung des Kaplans, 941 Wohnung des Predigers, 942 Wohnung des Kaplans, 943 Wohnung des Predigers, 944 Wohnung des Kaplans, 945 Wohnung des Predigers, 946 Wohnung des Kaplans, 947 Wohnung des Predigers, 948 Wohnung des Kaplans, 949 Wohnung des Predigers, 950 Wohnung des Kaplans, 951 Wohnung des Predigers, 952 Wohnung des Kaplans, 953 Wohnung des Predigers, 954 Wohnung des Kaplans, 955 Wohnung des Predigers, 956 Wohnung des Kaplans, 957 Wohnung des Predigers, 958 Wohnung des Kaplans, 959 Wohnung des Predigers, 960 Wohnung des Kaplans, 961 Wohnung des Predigers, 962 Wohnung des Kaplans, 963 Wohnung des Predigers, 964 Wohnung des Kaplans, 965 Wohnung des Predigers, 966 Wohnung des Kaplans, 967 Wohnung des Predigers, 968 Wohnung des Kaplans, 969 Wohnung des Predigers, 970 Wohnung des Kaplans, 971 Wohnung des Predigers, 972 Wohnung des Kaplans, 973 Wohnung des Predigers, 974 Wohnung des Kaplans, 975 Wohnung des Predigers, 976 Wohnung des Kaplans, 977 Wohnung des Predigers, 978 Wohnung des Kaplans, 979 Wohnung des Predigers, 980 Wohnung des Kaplans, 981 Wohnung des Predigers, 982 Wohnung des Kaplans, 983 Wohnung des Predigers, 984 Wohnung des Kaplans, 985 Wohnung des Predigers, 986 Wohnung des Kaplans, 987 Wohnung des Predigers, 988 Wohnung des Kaplans, 989 Wohnung des Predigers, 990 Wohnung des Kaplans, 991 Wohnung des Predigers, 992 Wohnung des Kaplans, 993 Wohnung des Predigers, 994 Wohnung des Kaplans, 995 Wohnung des Predigers, 996 Wohnung des Kaplans, 997 Wohnung des Predigers, 998 Wohnung des Kaplans, 999 Wohnung des Predigers, 1000 Wohnung des Kaplans.

Die Kirche, die Prälaturen und Pfarrhäuser, die Hospitalstiftungen, die Klöster, Bruderschaften und Zünfte sind die eigentlich zu Augsburg gehörigen Stiftungen. Die Armen aus ungenau bezeichneten Orten sind Fremde, die in Augsburg Almosen erhalten.

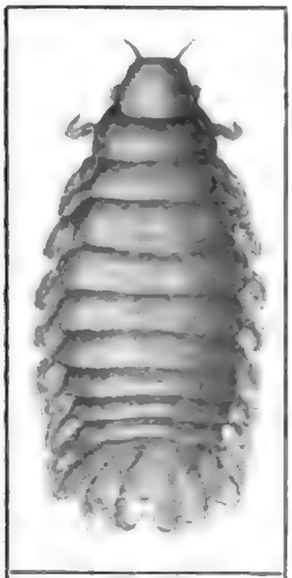


Abb. 228.
Larve von Anthomyia canicularis Meigen. Vergr. 12 mal. Orig. nach einem Exemplar aus dem Darm des Menschen.

(Spiroptera alata), im Dünndarm viele 100 Saugwürmer (Holostomum excavatum), im Dickdarm gegen hundert Saugwürmer einer anderen Art (Distomum ferox), in der Speiseröhre 22 Saugwürmer wieder einer anderen Art (Distomum hians), von denen sich auch 5 zwischen den Magenhäuten gefunden hatten, und schließlich noch eine weitere Art im Dünndarm (Distomum echinatum). Es soll dieser Vogel in keiner Weise Unbehagen oder Krankheitserscheinungen haben erkennen lassen.

Wenn wir uns nun im einzelnen der Biologie des Parasitismus zuwenden, so ist das nächste Problem, welches uns zu beschäftigen hat, dasjenige des fakultativen oder gelegentlichen Parasitismus. Es sind vor allen Dingen Saprozoen und Kotbewohner, welche gelegentlich unter besonderen Umständen in tierischen Organen ihr Fortkommen finden. In einer ganzen Reihe von Fällen ist beobachtet worden, daß bei Menschen bei hartnäckigen Darmkatarrhen sich im Darm in großen Mengen Insektenlarven vorfanden, und zwar handelte es sich da vorwiegend um Larven von Fliegen, die normalerweise in fauligen Substanzen oder in Kot vorkommen, wie z. B. die Larven der Stuben- und Schmeißfliege (vgl. S. 253). Die Schmeißfliege Sarcophila magnifica Schin. legt ihre Eier oft auf sezernierende Geschwür- und Wundflächen, auch in natürliche Körperöffnungen bei Tieren und Menschen. Die Larven verursachen während ihres Wachstums Blutungen und Entzündungsprozesse sehr schmerzhafter Art. Sie wurden bei Menschen, Rindern, Pferden, Schweinen, Ziegen, Schafen, Hunden, auch bei Vögeln gefunden. Bei Rindern waren die Genitalöffnungen, bei Hunden die Ohren, Nasen und Augenhöhlen, bei Menschen Augen, Ohren, Nase und Gaumen befallen. Auch von der Buckelfliege (Phora rufipes Meig.), deren Larven sonst in faulenden Kartoffeln, Pilzen, Rettichen und dgl. leben, wird berichtet, daß sie in den menschlichen Magen gelangt, 24 Stunden und darüber dort zu leben vermag und schwere gastrische Erscheinungen hervorruft. Das gleiche gilt für die Larven der Blumenfliege Anthomyia canicularis Meig., die an ihren federförmigen Fortsätzen (Abb. 228) außerordentlich gut erkennbar ist. Es ist ferner von Lucilia-Arten bekannt. So von Lucilia macellaria Fabr., welche so intensiv in den Schleimhäuten und selbst im Knorpel fressen soll, daß sie bisweilen den Tod der Befallenen verursacht. Auch Protozoen und Würmer treten ähnlich als gelegentliche Parasiten auf. So ist ein Wurzelfüßler (Chlamydophrys stercoraria Ci.), der bei Krebskranken in der Flüssigkeit der Bauchhöhle fortwuchernd gefunden wurde, vorübergehend in den Verdacht geraten, der Krebserreger zu sein. Es hat sich dann aber herausgestellt, daß es sich um einen Kotbewohner handelt, der unter den für ihn besonders günstigen Verhältnissen im Innern des kranken Menschen vorzüglich gedieh und eine sehr abgeänderte Gestalt angenommen hatte.

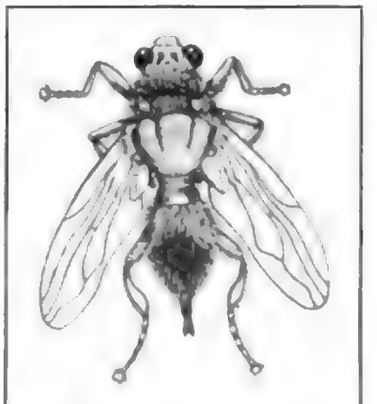


Abb. 229. Hypoderma bovis ♀ (de Geer) mit ausgestreckter Legeröhre. Vergr. 1½ mal. Nach Brauer.

Bei zahlreichen Tieren leben die Jugendstadien parasitisch, während die erwachsenen Tiere entweder gar keine Nahrung in sich aufnehmen oder auf ganz anderen Erwerb derselben angewiesen sind. Es sind das also entsprechende Vorgänge

Digitized by Google

Fig. 1. Kryptische Bauteile in Form von Schuppen und Haaren.

Schuppen und Haare. Als Beispiel für kryptische Bauteile in Form von Schuppen und Haaren mögen die Verhältnisse bei *Lepidium ruderale* L. (Fig. 1) dienen. Die Pflanze ist mit Schuppen- und Sternhaaren bedeckt, die sich in ihrer Form und in ihrer Größe ungemein von einander unterscheiden. Die Schuppenhaare sind sehr klein und bestehen aus einer Zellplatte, die auf einem kurzen, einzelligen Stiele sitzt. Die Sternhaare sind viel größer und bestehen aus einer Zellplatte, die auf einem mehrzelligen Stiele sitzt. Die Zellplatte ist in 4 Zellen geteilt, die in einer Ebene liegen und sternförmig angeordnet sind. Die Sternhaare sind also vierstrahlig. Die Schuppenhaare sind nur mit einer Lupe, die Sternhaare schon mit einer Handlupe zu erkennen. Die Schuppen- und Sternhaare sind also kryptische Bauteile.

Fig. 2. Kryptische Bauteile in Form von Drüsenhaaren.

Drüsenhaare. Als Beispiel für kryptische Bauteile in Form von Drüsenhaaren mögen die Verhältnisse bei *Salvia officinalis* L. (Fig. 2) dienen. Die Pflanze ist mit Drüsenhaaren bedeckt, die sich in ihrer Form und in ihrer Größe ungemein von einander unterscheiden. Die Drüsenhaare sind sehr klein und bestehen aus einer Zellplatte, die auf einem kurzen, einzelligen Stiele sitzt. Die Zellplatte ist in 8 Zellen geteilt, die in einer Ebene liegen und sternförmig angeordnet sind. Die Drüsenhaare sind also achtstrahlig. Die Drüsenhaare sind nur mit einer Lupe zu erkennen. Sie sind also kryptische Bauteile.

Digitized by Google

Fig. 57. Schädel eines Neugeborenen. Seitenansicht.

Cubital ent. Die Schädelknochen sind noch sehr dünn, biegsam und bei mikroskopischer Untersuchung sehr weich. Die Knochenkerne sind noch sehr klein, ihre Zahl ist eine sehr große. Die Knochenkerne des Os occipitale sind noch durch Knorpel getrennt. Die Fontanellen sind noch sehr groß. Die Nähte sind noch nicht verknöchert. Die Pfeilnaht ist noch offen. Die Stirnnaht ist noch vorhanden. Die Kranzbeinnaht ist noch offen. Die Lambdanaht ist noch offen. Die Schuppennaht ist noch offen. Die Keilbeinnähte sind noch offen. Die Gesichtsknochen sind noch sehr klein. Die Kieferhöhle ist noch sehr klein. Die Stirnhöhle ist noch nicht vorhanden. Die Keilbeinhöhle ist noch nicht vorhanden. Die Siebbeinzellen sind noch nicht vorhanden. Die Zahnhöhlen sind noch sehr klein. Die Zähne sind noch nicht durchgebrochen. Der Unterkiefer besteht noch aus zwei Hälften. Die Kinnnaht ist noch offen.

Fig. 58. Schädel eines Neugeborenen. Vorderansicht.

Beim Neugeborenen ist der Schädel noch sehr klein, dünn und weich. Die Knochenkerne sind noch sehr klein. Die Knochenkerne des Os occipitale sind noch durch Knorpel getrennt. Die Fontanellen sind noch sehr groß. Die Nähte sind noch nicht verknöchert. Die Pfeilnaht ist noch offen. Die Stirnnaht ist noch vorhanden. Die Kranzbeinnaht ist noch offen. Die Lambdanaht ist noch offen. Die Schuppennaht ist noch offen. Die Keilbeinnähte sind noch offen. Die Gesichtsknochen sind noch sehr klein. Die Kieferhöhle ist noch sehr klein. Die Stirnhöhle ist noch nicht vorhanden. Die Keilbeinhöhle ist noch nicht vorhanden. Die Siebbeinzellen sind noch nicht vorhanden. Die Zahnhöhlen sind noch sehr klein. Die Zähne sind noch nicht durchgebrochen. Der Unterkiefer besteht noch aus zwei Hälften. Die Kinnnaht ist noch offen.

Biene, Honig sammelnd und Pollen in die Körbchen der Hinterbeine packend. Nach Photographie von Dr. Arnold Spuler.

weise zu nutzen. Neben **Honig** ist es die **Biene** selbst, welche dem Menschen Nutzen bringt, indem sie durch ihre Thätigkeit zahlreiche Pflanzen befruchtet. Ein Volk Bienen, das in einem Garten aufgestellt wird, kann den Ertrag an Früchten, Samen und Blumen um ein Vielfaches steigern. Bienen werden heute fast nur noch in künstlichen Wohnungen, den Bienenstöcken, gehalten. Diese sind so eingerichtet, daß man die Waben herausnehmen kann, ohne die Bienen zu stören. Die Waben werden dann ausgeschleudert, d. h. in einer Schleudermaschine wird der Honig aus den Waben herausgeschleudert. Bienen lieben Ruhe und Sauberkeit. Sie sind sehr empfindlich gegen Rauch und Erschütterungen. Sie stechen nur, wenn sie sich bedroht fühlen. Ihr Stachel ist mit Widerhaken versehen, so daß er in der Haut des Gegners stecken bleibt und mit ihm der Giftbeutel herausgerissen wird. Die Biene selbst stirbt nach dem Stich. Die Königin, die Mutter aller Bienen, ist größer als die übrigen Bienen. Sie ist ungeflügelt und legt Eier. Die Arbeitsbienen sind ungeschlechtlich und sammeln Honig und Pollen. Die Drohnen sind männliche Bienen, die keinen Stachel haben und nicht arbeiten.

Königin, Arbeitsbiene und Drohne. Nach Photographie von Dr. Arnold Spuler.

wickelt sich aus Eiern, welche auf den Blättern des Maulbeerbaumes abgelegt werden. Sie werden von der Raupe mit der Nahrung aufgenommen. Man findet junge Stadien im Darm, und es wird angenommen, daß sie sich durch die Darmwand durchbohren, denn man findet die 30 μ bis 5 mm langen Larven in den Ganglienknoten des Zentralnervensystems (Abb. 233). Hier bleiben sie aber nicht, sondern wühlen sich mit ihren hakenförmigen Kiefern, unterstützt durch die Borstenringe der Segmente, in die Leibeshöhle und dort zu einer der Atemöffnungen. Hier wachsen sie weiter, während ihr Hinterteil mit ihren eigenen Atemöffnungen dem Stigma zugekehrt ist. Raupen, die von mehreren Ugimyia-Larven befallen sind, gehen früh zugrunde. Heranwachsende Individuen zeigen meist nur an einem Stigma einen dunkelbraunen Fleck, der die Anwesenheit einer Ugimiya-Larve verrät (Abb. 234 B). Aus einer Raupe oder, wenn sie länger am Leben blieb, einer Puppe des Seidenspinners pflegt nur eine Ugimiya-Larve auszuschlüpfen (Abb. 234 A), die sich im Boden verpuppt. Erwachsene Raupenfliegen sind als Blütenbesucher auf Seite 98 Abb. 53 abgebildet. Sie sind meist durch lange borstige Behaarung und hastigen Flug sehr auffallend.

Abb. 236. Puppen einer Schlupfwespe auf einer sterbenden Raupe des Ligusterschwärmers, welche die Larven ausgefressen haben.
Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

Viel mannigfaltiger sind Aussehen, Bau und Lebensgewohnheiten der Schlupfwespen. Sie stellen ja eine außerordentlich artenreiche Ordnung dar, indem sie durch mindestens 6000 Spezies auf der Erde vertreten sind. Während der Körper mancher von ihnen eine Länge von 10 cm erreicht, sind andere kaum ½ mm groß und gehören zu den kleinsten existierenden Insekten.

Sehr mannigfaltig ist auch die Art ihrer Opfer. Während manche von ihnen nur eine einzige oder wenige Arten befallen, sind andere in der Lage, bald diese, bald jene Tierform anzustechen. Sehr bekannt sind die mittelgroßen Arten, welche vor allem die Raupen unserer Tagschmetterlinge und Eulen befallen. Aber auch die großen, vor allen Dingen in den Wäldern an Baumstämmen und Holzstößen leicht zu beobachtenden Rhyssa- und Ephialtes-Arten und ihre Verwandten haben seit jeher die Aufmerksamkeit der Naturforscher erregt. Sind sie doch mit einem so feinen Spürsinn begabt, daß sie die im Holz bohrenden Larven der Bockkäfer und Holzwespen auffinden, um in ihren Leib ihre Eier zu versenken. Während Ephialtes manifestator und seine Verwandten Bockkäfer- und andere holzbohrende Larven, z. B. Sesien, in ihren Bohrlöchern, deren Kanal entlang aufsuchen, bohrt Rhyssa persuasoria Z., deren Weibchen die Sirex-Larven verfolgen, ihren 6 cm und mehr messenden Legebohrer direkt durch das gesunde Holz (Abb. 235). Es erfordert dies ganz außerordentliche Fähigkeiten des Tieres. Es muß nicht nur, ohne daß irgendein äußeres Merkmal deren Anwesenheit verrät, die im Holz verborgen lebenden Larven entdecken, sondern es muß auch stundenlange Arbeit aufwenden, um mit der feingesägten Spitze seines Legebohrers bis zu ihnen vorzudringen; dann erst gleiten die winzig kleinen Eier durch den feinen

Digitized by Google

Boot bei Segelfahrt in See gehalten. Mit Anker. Boldt 60. In see ding. dem. Boot bei Segelfahrt

Fig. 251. Teredo navalis. Schalen in natürlicher Größe. Nach Jhering.
a Schalenöffnung, b Mantelöffnung, c Mantelbucht, d Fußöffnung, e Schalenbucht.

Von den Klaus in seine Gänge abgerieben und in seinen Verdauungskanal. Es besitzt hier wie die Bohrmuschel ungefähr 2 cm. in Länge. Es kommt in den Gewässerhäfen Europas, besonders in Holland, vor und ist dort ein gefürchteter Schädling für Schiffe und für den Deichbau. Nach den Untersuchungen Jherings (1876) ist es in Europa nicht einheimisch, sondern wurde mit Schiffen aus Amerika eingeschleppt. Es bohrt sich ein Weibchen mit Vorliebe in Eichenholz ein, während sich das Männchen mit Tannenholz begnügt. Die Larven leben im Wasser und setzen sich auf Holz fest, wenn sie sich in Muscheln verwandeln. Wenn sie sich festgesetzt haben, bohren sie sich in das Holz ein und wachsen in ihren Gängen heran. Sie sind dann Zwitter, doch findet Selbstbefruchtung nicht statt. Die Eier werden in besonderen Brutkammern abgelegt, wo sie sich entwickeln. Die Jungen verlassen durch die Mantelöffnung das Holz und schwimmen im Wasser umher.

Viele Schiffe besitzen jetzt keine aus Eichenholzplanken hergestellte Außenhaut mehr, sondern eine solche aus Eisenplatten. Diese sind aber nicht vor dem Bohrwurm geschützt, denn er bohrt sich in die Fugen zwischen den Platten ein und zerstört das Holz, welches die Platten trägt. Man hat deshalb Schiffe mit Kupferhaut gebaut. Die Bohrer des Kupfers lösen sich auf und töten dadurch ihren Träger, das Holz. Aber auch diese Schiffe sind nicht vor dem Bohrwurm sicher, denn

Digitized by Google

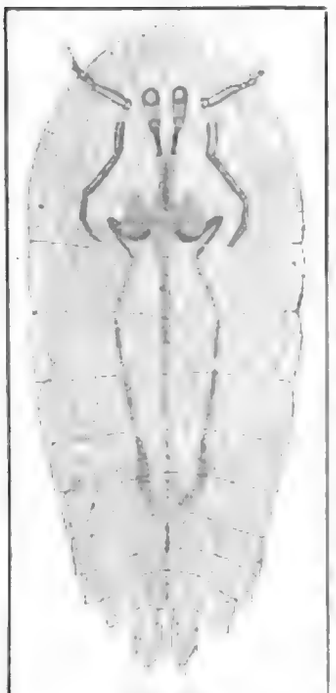


Abb. 239.
Sapphirina ovatolanceolata Dana ♂.
Nach Haeckel. Aus Steuer.

Parasiten von seinem Wirt ablösen will, kann man sich leicht davon überzeugen, wie wirksam sein Klammermechanismus ist. Der Parasit ist leichter zu zerreißen als von seiner Unterlage zu trennen. Die Polystomeen sind vorwiegend auf marinen Tieren zu finden, auf Fischen und Schildkröten, aber auch auf Amphibien. Sie leben zum Teil auf der äußeren Haut ihrer Wirte, zum Teil an Körperstellen, welche zwar der äußeren Haut benachbart, aber im Innern des Körpers gelegen sind, so in der Kiemenhöhle, im Mund oder im Enddarm. Die mächtige Ausbildung des Klammerapparates, der oft einen beträchtlichen Anteil der Körpermasse für sich in Anspruch nimmt, gibt den Tieren ein sehr bizarres Aussehen. So besonders bei den Gattungen Acine (Abb. 238 B), Octobothrium, Calicotyle, Squalonchocotyle (Abb. 238 A) u. a. Sie ernähren sich durch Blutsaugen, der eine der Saugnäpfe (Abb. 238 Ms) steht mit dem Anfangsdarm in Verbindung, der selbst wiederum mit einem kräftigen Saugapparat versehen ist. Die Polystomeen bieten uns verschiedene Beispiele für den Übergang vom Ekto- zum Entoparasitismus. Polystomum integerrimum ist ein Parasit unserer Frösche, welcher bei den Kaulquappen in der Kiemenhöhle seinen normalen Sitz hat. Wenn das Amphibium vom Wasser- zum Luftleben übergeht, würde der Parasit durch Austrocknen zugrunde gehen, wenn er sich nicht in das Innere des Wirtskörpers flüchtete. Polystomum integerrimum wandert dann durch den Darm in die Harnblase des Frosches ein.

Ektoparasiten mit wohl ausgebildeten Klammerorganen sind auch die parasitischen Kopepoden. Die im Süß- und Meerwasser eine so große Rolle spielenden Ruder- oder Flohkrebse umfassen auch eine ganze Anzahl parasitischer Formen. Diese sitzen auf der Haut und auf den Kiemen von Fischen, an denen sie durch kräftige Klammerhaken sich festhalten. Manche der hierher gehörigen Formen sind bemerkenswert als Übergangsformen zum ständigen Parasitismus. In den Oberflächenschichten des Meeres fallen uns wunderbar glänzende, fast wie Edelsteine schimmernde Krebse auf, welche zur Gattung Saphirina gehören (Abb. 239). Zur Fortpflanzungszeit findet man Männchen und Weibchen frei im Wasser umherschweifen. Das Männchen lebt dauernd in dieser Weise, während das Weibchen mit seinen kräftigen Klammerhaken die längste Zeit seines Lebens in Salpen wohnt. Bei einigen ähnlichen Gattungen sind auch die Männchen festsitzend. Caligus und einige verwandte Arten sitzen in beiden Geschlechtern an der Haut mariner Fische angeklammert. In mancher Beziehung ist ihr Körper zwar schon durch den Parasitismus stark umgewandelt, das letzte Ruderfußpaar fehlt ihnen; trotzdem können sie aber noch sehr geschickt schwimmen. Diejenigen Kopepoden jedoch, welche vollkommen zum Parasitismus übergegangen sind, kann man kaum mehr als Krebse erkennen. Der Körper ist ungegliedert, oft sackförmig mit eigentümlichen seitlichen Auswüchsen versehen, die Ruderfüße können ganz verschwinden. Sie sind auf ihren Wirten so fest angeklammert, daß man sie nur mit Mühe abzupfen kann, und verbringen ihr ganzes Leben auf ihnen. Ein charakteristisches Beispiel hiefür bietet Lernaea branchialis Nordm. (Abb. 240), bei welcher die jungen Männchen und Weibchen auf Pleuronektiden (Schollen) mit den klauenförmigen Antennen und Maxillen und mit dem Sekret der frontalen Zementdrüse sich an den Kiemen festhalten. Später werden sie wieder

Digitized by Google

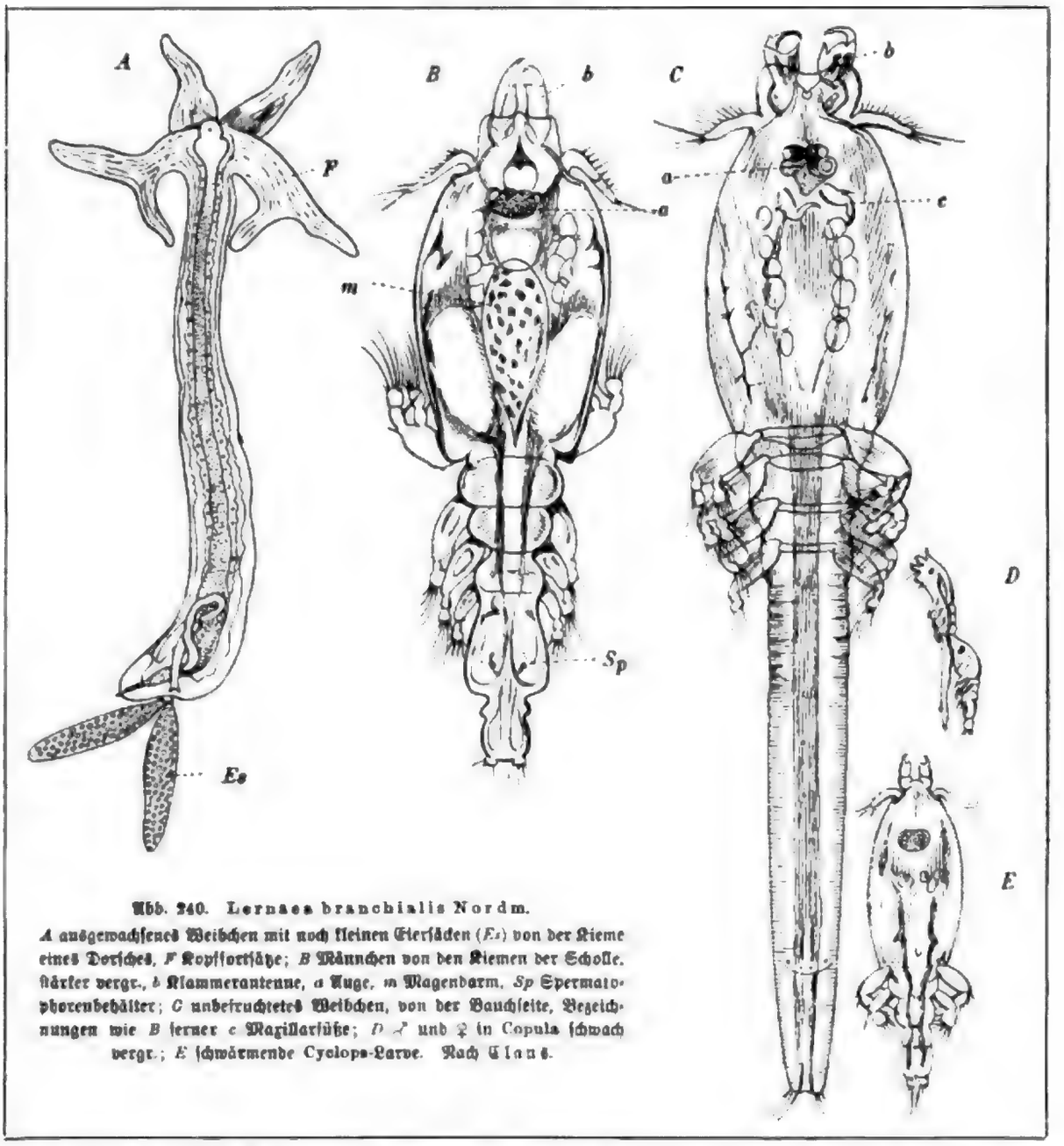


Abb. 240. Lernaea branchialis Nordm.

A ausgewachsenes Weibchen mit noch kleinen Eiersäcken (*Es*) von der Kieme eines Dorsches, *F* Kopffortsätze; *B* Männchen von den Kiemen der Scholle, stärker vergr., *b* Klammerantenne, *a* Auge, *m* Magendarm, *Sp* Spermatophorenbehälter; *C* unbefruchtetes Weibchen, von der Bauchseite, Bezeichnungen wie *B* ferner *c* Maxillarfüße; *D* ♂ und ♀ in Copula schwach vergr.; *E* schwärmende Cyclops-Larve. Nach Claus.

frei beweglich, die Befruchtung findet während des Herumschwimmens statt, und die befruchteten Weibchen heften sich nun an den Kiemen von Gadiden (Dorschen und Verwandten) fest. Hier dringt das Vorderende tief in das Gewebe des Wirts hinein und wächst zu drei verästelten Fortsätzen aus, die den Körper fest verankern und Nahrung aufsaugen. Der Körper selbst entwickelt sich zu einem Schlauch, an dem man kaum mehr die Spuren der Bewegungsorgane nachweisen kann.

Eine viel geringere Rolle spielen die Vorrichtungen zum Anklammern und Festhalten bei den Entoparasiten. Diese weichen untereinander sehr erheblich ab, je nach dem Ort, den sie im Körper ihres Wirtes bewohnen. Wir unterscheiden erstens die Bewohner von Körperhöhlen. Man findet Parasiten in der Leibeshöhle, im Darm, in den verschiedenen Blasen, im Blut, den Luftgängen, der Nasenhöhle, Stirnhöhle, Paukenhöhle usw. Am nächsten den Ektoparasiten stehen diejenigen Formen, welche lufterfüllte Räume des Körpers bewohnen. Sie sind vielfach direkt identisch mit den Ektoparasiten. Es ist wahr-

Digitized by Google

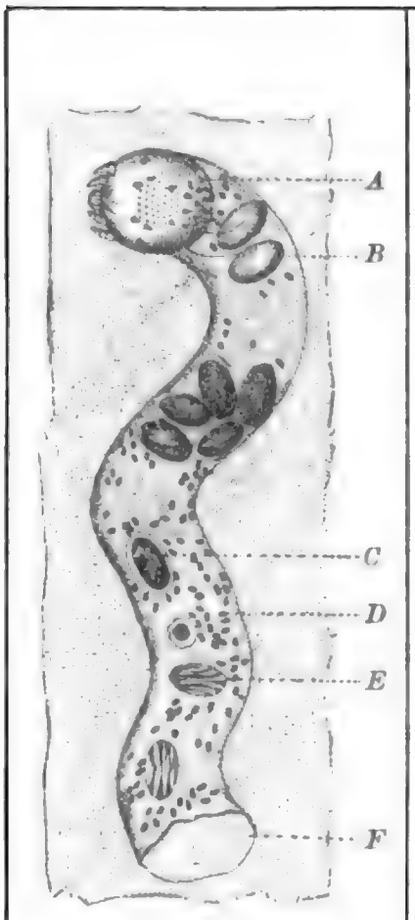


Abb 241. Krätzmilbe (Sarcoptes scabiei in einem Gang in der menschlichen Haut.
A weibliche Milbe, *B* Ei, *C* Ei mit Embryo, *D* Kot, *E* leere Eischale, *F* Öffnung des Gangs auf der Hautoberfläche. Stark vergr.
Schema nach Railliet.

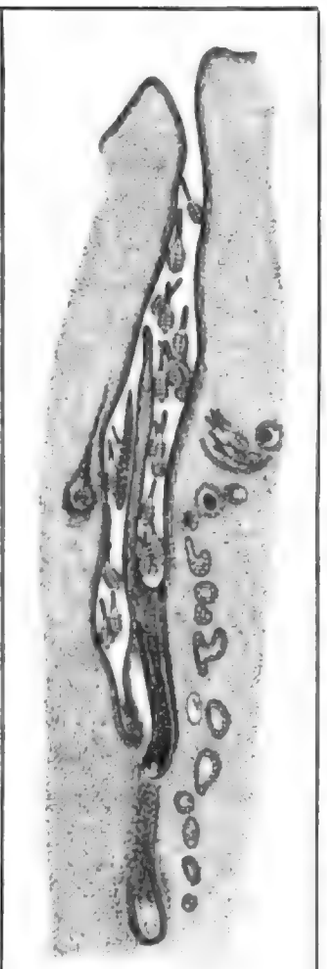


Abb. 242. Die Balgmilbe Demodex canis Leydig in einem Haarfollikel eines Hundes, der an Balgmilbenräude erkrankt ist.
Stark vergr. Nach Neumann Aus Brumpt.

scheinlich, daß manche Entoparasiten während ihrer allmählichen Anpassung den Weg über lufterfüllte Räume des Körpers durchgemacht haben. Ein sehr instruktives Beispiel für den allmählichen Übergang zum Entoparasitismus bieten uns die Milben und ihre Verwandten dar. Wir haben in einem früheren Kapitel die blutsaugenden Formen unter den Akarinen bereits eingehender behandelt (S. 199 ff.). Unter jenen gibt es bereits Arten, welche ihren Wirt ihr ganzes Leben lang nicht verlassen. Das ist z. B. auch der Fall bei gewissen Vogelmilben (Dermaleichus, Analges), während andere (z. B. Dermanyssus gallinae Geer) nur nachts die Tauben, Hühner und Stubenvögel überfallen, tags aber sich in Ritzen aufhalten. Bei allen möglichen höheren Wirbeltieren, so bei Hund, Schwein, überhaupt allen Haustieren, auch beim Menschen und vielen wilden Tieren (Gemse, Kaninchen, Löwe, Dromedar usw.) haben gewisse Milben die Gewohnheit angenommen, sich in die Haut einzuwühlen. Es sind das vor allem die Grabmilben aus der Gattung Sarcoptes, während Psoroptes die Haut ansticht und Lymphe saugt und Chorioptes sich von Epidermisschuppen und Exsudat auf der Haut ernährt. Die meisten von ihnen leben nur in den äußeren Hautschichten, so die Krätz- und Räudemilben. In der Haut bewegen sie sich beim Menschen (Sarcoptes scabiei Latr. Abb. 241), indem sie Gänge durch das Epithel fressen. Bei Säugetieren sind sie meist bloß bis an den Hinterleib in die Haut eingewühlt. Sie besitzen keine Respirationsorgane, sind augenlos, haben an den Beinen vielfach Haftnäpfe und starke Krallen, auch wird das Vorwärtskriechen durch die Gewebe durch rückwärts gerichtete Stacheln und Borsten unterstützt. Manche Formen, wie die Hautmilben der Vögel (Laminoscoptes cysticola Viz., Sarcoptes subcutaneus Nitzsch), dringen tief in die Unterhaut und bis ins Bindegewebe ein. Diese Form ist bereits wurmförmig in die Länge gestreckt, ähnlich wie die Balgmilben, von denen die bekannteste die Balgmilbe des Menschen Demodex folliculorum G. Simon (Abb. 242) ist, während ähnliche Formen bei den meisten Haustieren vorkommen und bei Hund und Katze die schwersten Formen der Räude hervorrufen (Demodex canis Leydig und D. cati Raill.). Die Körpergestalt dieser Gattungen leitet uns zu einer Gruppe von Parasiten über, welche äußerlich den Bandwürmern so

Digitized by Google

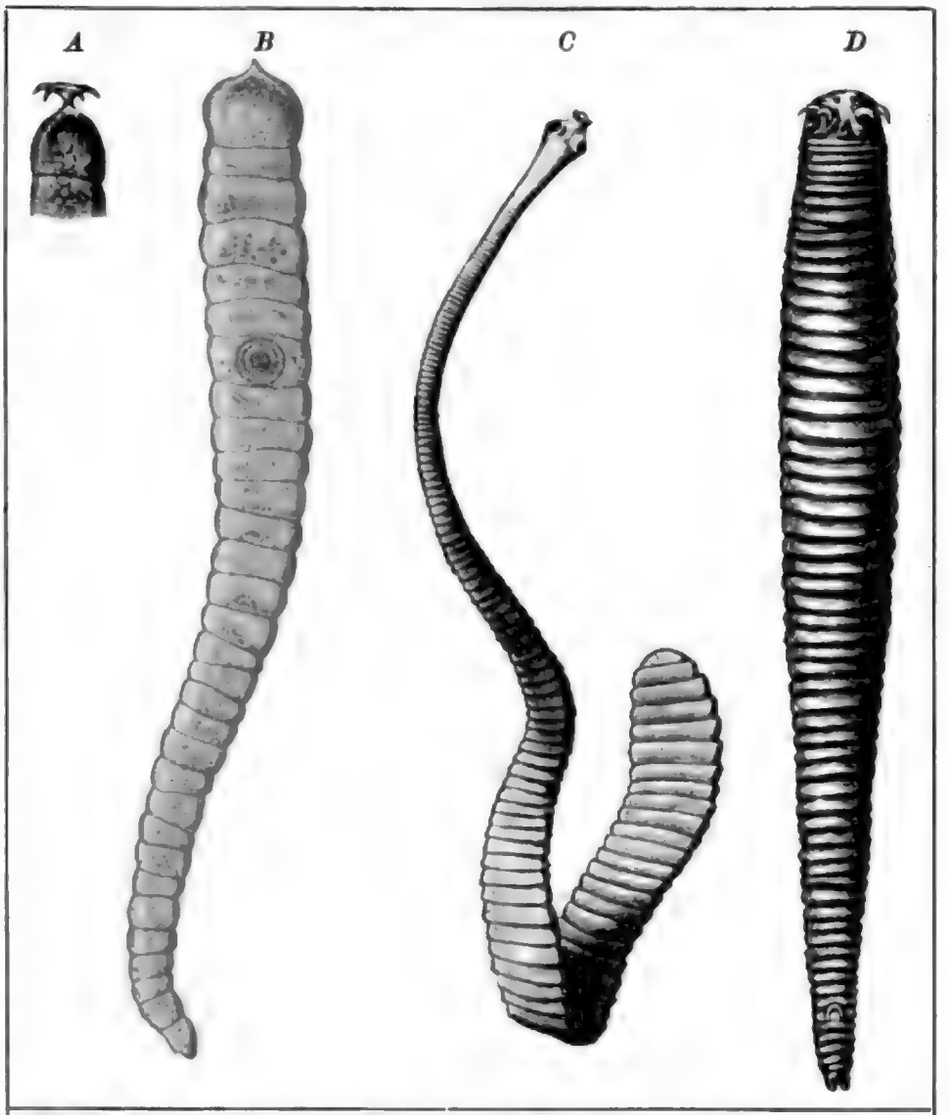


Abb. 243. Darmparasiten und Nasenparasit (Parasiten des bewegten Inhalts von Körperhöhlen). *A* Haftapparat. *B* Körper der Gregarine Taeniocystis mira Léger. Stark vergr. *C* Taenia (Hymenolepis) murina Duj. aus dem Darm der Ratte. Etwas vergr. *D* Linguatula serrata Fröhlich aus der Nase eines Hundes. Etwas vergr. Orig.

ähnlich sehen, daß man sie als Zungenwürmer bezeichnet hat. Das Studium der Entwicklungsgeschichte hat gezeigt, daß diese Linguatuliden wahrscheinlich mit den Milben am nächsten verwandt sind. Eine dieser Formen lebt im geschlechtsreifen Zustand in der Nasenhöhle des Hundes. Mitunter findet sie sich auch in der Stirn- und sogar in der Paukenhöhle. Das Jugendstadium kommt übrigens in den Eingeweiden, besonders den mesenterialen Lymphdrüsen, Leber und Lunge von Huftieren, Kaninchen, Katzen, Menschusw. vor. Die Linguatuliden haben einen kieferlosen Mund, der von einem Chitinring umgeben ist; um ihn herum sind in vier Hauttaschen vier starke, spitze Klammerhaken angeordnet, welche in ihrer kraftvollen Wirkung an die Klammerapparate echter Ektoparasiten erinnern (Abb. 243D).

Die in flüssigkeitserfüllten Hohlräumen des Körpers vorkommenden Parasiten haben eine verschiedene Ausbildung, je nachdem die betreffende Flüssigkeit regelmäßig in Bewegung sich befindet oder nicht. In der Gallen- und Harnblase finden sich, vor allen Dingen an den Wänden, verschiedenartige Parasiten. Besonders auffallend unter ihnen sind die zu den Protozoen gehörigen Myxosporidien, deren oft zentimetergroßer, amöboidbeweglicher Plasmakörper sich meist dem Epithel anschmiegt, doch findet man auch Individuen, welche frei in der Flüssigkeit flottieren. Die Gefahr, beim Entleeren der Blasen herausgepreßt zu werden, scheint nicht allzugroß zu sein, denn wir vermissen bei ihnen spezielle Anpassungen.

Um so deutlicher ausgebildet sind dergleichen Anpassungen bei denjenigen Formen, welche z. B. im Darm vorkommen, dessen Inhalt durch die Peristaltik einer regelmäßigen Bewegung unterworfen ist. Bei den Darmbewohnern sind Klammervorrichtungen sehr verbreitet (Abb. 243). Wir sehen sie schon bei den in Insektendärmen so häufig vorkommenden zu den

Digitized by Google

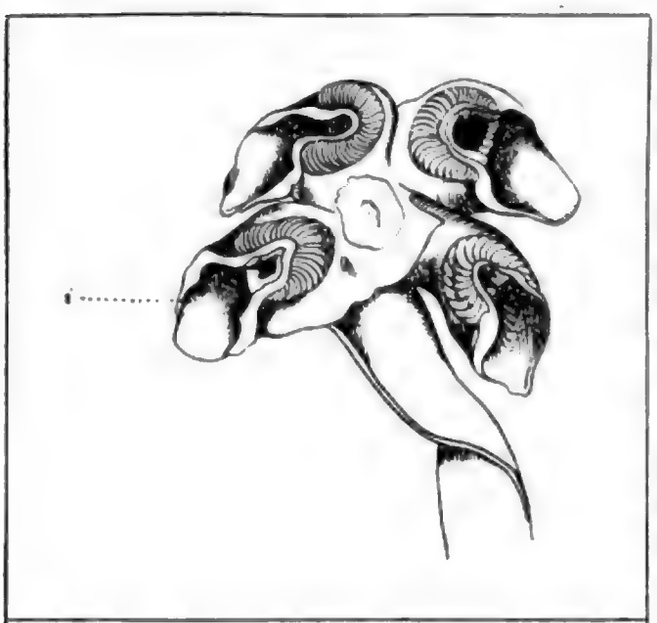


Abb. 244. Calyptobothrium Riggii Mont. aus dem Darm von Torpedo marmorata.
s Saugnäpfe mit starker Bewaffnung. Stark vergr.
Nach Monticelli.

Protozoen gehörigen Gregarinen. Der Vorderteil des Körpers dieser äußerlich an Bandwürmer oft auffällig erinnernden Protozoen, der sogenannte Epimerit, steckt wie eine Spitze mit Widerhaken im Darmepithel des Körpers (Abb. 243 A u. B). Besonders starke Entwicklung erfahren die Klammervorrichtungen bei den Bandwürmern, deren enorm verlängerter Körper ja für die Strömung eine große Angriffsfläche darbietet. Sehr regelmäßig sind bei ihnen Saugnäpfe ausgebildet, welche am Skolex in der Zahl von zwei, vier und mehr auftreten können. Bei manchen Formen, wie z. B. bei dem im Menschen vorkommenden Grubenkopf (Bothriocephalus), sind nur zwei Saugnäpfe vorhanden, bei Taenia saginata und den übrigen Tänien sind es vier (Abb. 243 C, 245). Zu ihnen kommt bei vielen Formen der sogenannte Hakenkranz, ein auf einer rüsselförmigen zentralen Verlängerung des Skolex, auf dem sogenannten Rostellum, angebrachter Kranz von nach hinten gerichteten Chitinhaken. Die Haken, welche übrigens bei manchen Formen in mehreren Reihen auftreten, sind durch Muskeln beweglich. Beim Einstechen wird ihre Spitze nach vorn gerichtet; indem sie dann durch Muskelzug und durch die Wirkung des vorgestreckten Rostellums nach hinten gerichtet wird, verankert sie den Bandwurm sehr fest in der Darmwand seines Wirtes. Bei Bandwürmern, welche in marinen Fischen, besonders in Rochen und Haien vorkommen, ist an Stelle des Hakenkranzes ein noch wirksamerer Klammerapparat ausgebildet. Bei diesen Tetrarhynchus-Arten finden sich vier lange, zurückziehbare Rüssel, die an ihrer Oberfläche mit einem dichten Kleid von rückwärtsgerichteten Haken besetzt sind (Abb. 246). Diese vier Rüssel werden in die Darmwand des Wirtes eingebohrt. Abb. 243 A—D zeigt die große Ähnlichkeit in der Ausbildung der Klammerapparate und im gesamten Habitus bei den Gregarinen, den Bandwürmern und Linguatuliden, welche sämtlich vorwiegend in Körperhohlräumen mit bewegtem flüssigem Inhalt parasitieren. Auch die oben schon erörterten Magenbremsen (Abb. 232 S. 287) befestigen sich mit Klammerhaken an der Magenschleimhaut.

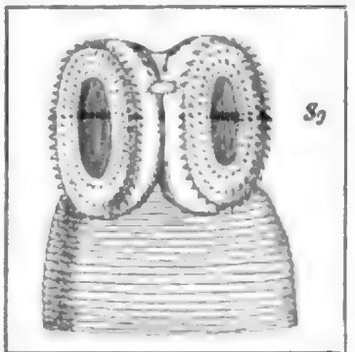


Abb. 245. Scolex von Taenia echinobothrida Mégnin aus dem Haushuhn.
Sg Saugnapf. Vergr. 90mal.
Nach Mégnin.

Mit den Rundwürmern oder Nematoden sind die Kratzer oder Akanthocephalen nahe verwandt. Es sind dies eigentümliche darmlose, parasitische Würmer, welche am Vorderende einen Rüssel wie einen Handschuhfinger auszustülpen vermögen, der mit Haken vollkommen besetzt ist. Die Kratzer hängen außerordentlich fest an der Darmwand ihres Wirtes, so daß bei Echinorhynchus gigas Goeze, welcher oft in großer Menge im Dünndarm des Schweins vorkommt, an der Anheftungsstelle Entzündungen sich bilden, die mitunter zur Perforation und Bauchfellentzündung führen. Weniger stark sind die Wirkungen der in Geflügelarten, z. B. Gänsen, Enten, Schwänen, lebenden Formen,

Digitized by Google

während Echinorhynchus proteus Westr. (Abb. 227 S. 282) mit seinem Rüssel die Darmwand der Süßwasserfische, in denen er lebt, oft vollkommen durchbohrt und bei massenhaftem Vorkommen den Tod des Fisches herbeiführt. Auch unter den Nematoden gibt es nicht wenige Arten, speziell in der Familie der Strongyliden, welche eine Sauggrube um den Mund ausgebildet haben, mit deren Hilfe sie an der Darmwand anhaften. Wir werden auf diese gleich nachher bei der Besprechung der Ernährungsweise zurückkommen.

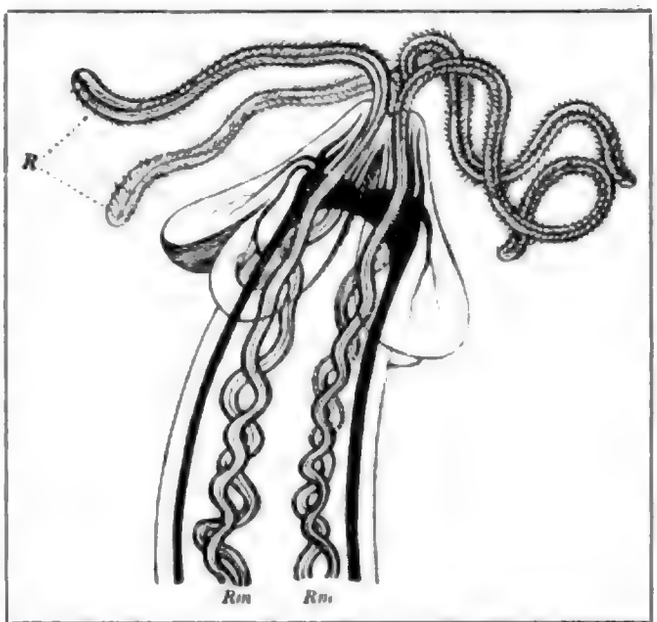


Abb. 246. Tetrarhynchus gracilis Wagen. aus Orthagoriscus mola.
R Hakenbesetzte „Rüssel"; *Rm* Rückziehmuskeln derselben. Stark vergr. Nach Lang. Abgeändert.

Borstenkränze und stachelbedeckte Fluren sind bei Darmparasiten nicht selten vorhanden, so bei Nematoden (z. B. Dispharagus uncinatus Roed. aus Gans und Ente) und vor allem bei Insektenlarven (vgl. Abb. 248, ferner 231, 232, 233). Sie spielen eine Rolle bei den Bewegungen der Tiere im Darm oder bei ihren Wanderungen durch die Gewebe. Bei manchen Parasiten, welche in Därmen leben, deren Inhalt grob ist und aus größeren, harten Stücken besteht, weist die Körpergestalt oft eigenartige Beziehungen zur Fortbewegungsweise auf. Enterognathus comatulae Giesb. z. B. ist ein parasitisches Kopepod, welches im Darm des Krinoiden Antedon rosacea vorkommt. Der Körper dieses Flohkrebses ist so in die Länge gestreckt, daß er an einen Borstenwurm oder Tausendfüßler im Habitus erinnert (Abb 247). Die Beine, kurz und kräftig, mit gebogenen Klauen versehen, dienen vortrefflich dazu, den Leib durch den Darminhalt des Wirts vorwärts zu stemmen. Die Infusorien, welche im Pansen der Wiederkäuer und im Blinddarm der Pferde zwischen den gärenden Pflanzenteilen leben, haben ähnlich bizarre Formen wie die im Termitendarm zwischen Holzteilchen regelmäßig vorkommenden Flagellaten (Abb. 249). Diese Übereinstimmung ist sicher keine zufällige, sondern steht in allerdings noch nicht näher erforschtem Zusammenhang mit den Bedingungen des Aufenthaltsortes der Arten.

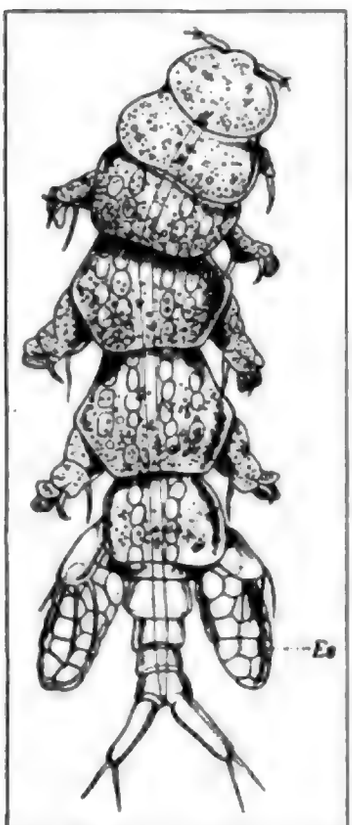


Abb. 247. Enterognathus comatulae Giesb.
Es Eisäckchen. Stark vergr. Nach Giesbrecht

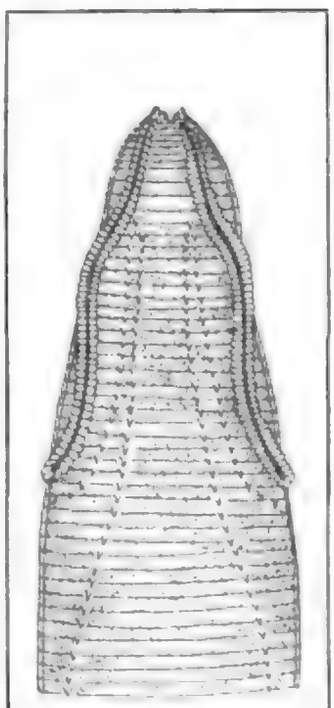


Abb. 248. Kopfende von Dispharagus uncinatus Roed. aus der Speiseröhre der Gans.
Vergr. ca. 20 mal. Nach Cholodkovsky aus Ziegler.

Digitized by Google

Fig. 134. Verschiedene Formen von Mimesikry. 1 Ein Ast, 2 Ein Blatt, 3 Ein Blattstiel, 4 Ein Dorn, 5 Eine Knospe, 6 Eine Blüte, 7 Eine Frucht, 8 Ein Samen, 9 Ein Tier, 10 Ein Ei, 11 Eine Raupe, 12 Eine Puppe, 13 Ein Schmetterling, 14 Ein Vogel, 15 Ein Vogelei, 16 Ein Vogelkot, 17 Ein Stein, 18 Ein Pilz, 19 Ein Moos, 20 Eine Flechte, 21 Ein Alga, 22 Ein Bakterium.

Mit vorher mit uns noch lebenden Tieren z. B. mußte es bei den phylogenetischen Betrachtungen über Mimesikry, wie sie z. B. Wallace, Bates, Fritz Müller, Weismann, Poulton, Eimer, Standfuß, Dixey, Marshall, Punnett, Longstaff, Haase, Piepers, Doflein, Jordan, Kellogg, Jacobi, Schröder, Hesse, Hagmann, Hingston, Hahn, Schmeil, Hesse, Tornier, Schwarz

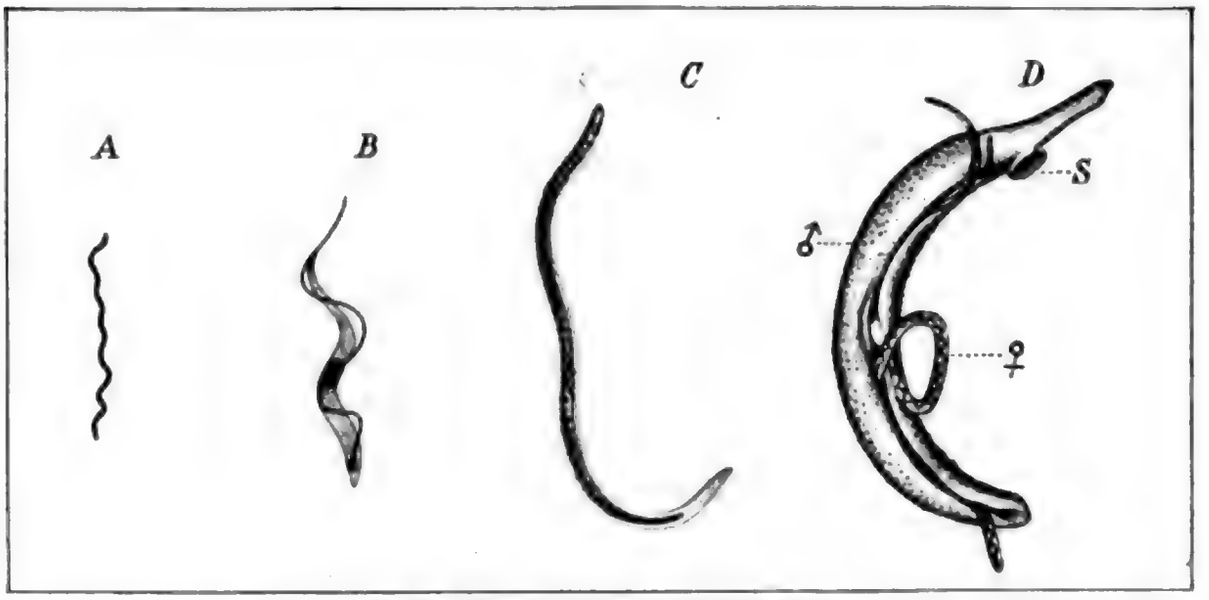


Abb. 250. Parasiten der Blutflüssigkeit.
A Spirochaeta duttoni, Erzeugerin des afrikanischen Rückfallfiebers; *B* Trypanosoma gambiense, Schlafkrankheitsparasit; *C* Filaria sanguinis hominis; *D* Schistosomum haematobium, *S* Saugnapf. Z. T. Original.
Alle stark vergr., besonders *A*—*C*.

schen, Schistosomum crassum S. in den entsprechenden Gefäßen von Rindern, Pferden und Schafen vor. Knotenbildungen und Entzündungserscheinungen an den Gefäßen sind die Folge der Anwesenheit dieser gefährlichen Parasiten. Die übrigen Bewohner des Blutplasmas haben oft in noch ausgesprochenerem Maße, als dies schon bei Schistosomum erkennbar war, eine fadenförmig verlängerte Körpergestalt. Wie kleine Schlängelchen sieht man sie zwischen den roten Blutkörperchen umherschwimmen. Es ist sehr auffallend, zu beobachten, daß bei Organismen, die im System so weit voneinander entfernt sind, wie die den Bakterien nahestehenden Spirochaeten, die zu den Flagellaten gehörigen Trypanosomen und die den Nematoden zuzurechnenden Filarien, der Blutparasitismus vollkommen übereinstimmende Körpergestalt und Bewegungsformen veranlaßt hat (Abb. 250 A—C). Übrigens sind alle diese kleinen Blutparasiten nicht auf das Blut selbst beschränkt, sondern sie vermögen auch in andere Körperflüssigkeiten einzudringen. Sie kommen in Lymphgefäßen, in der Cerebrospinalflüssigkeit, in dem feuchten Überzug von Schleimhäuten usw. vor. Die Blutfilarien, welche bei Tier und Menschen parasitieren, erzeugen bei letzterem durch Verstopfung der Lymphgefäße jene merkwürdigen Krankheitserscheinungen, welche als Elefantiasis bezeichnet werden, und welche im extremen Fall zu monströsen Anschwellungen oberflächlicher Körperpartien, wie der unteren Extremitäten und des Skrotums, führen können (Abb. 251).

Noch kleiner als die Schmarotzer der Blutflüssigkeit müssen natürlich die Blutkörperchenbewohner (vgl. Abb. 272 S. 320) sein. Die meisten von ihnen bewohnen die roten Blutkörperchen, in denen sie eine mehr oder minder abgerundete Gestalt annehmen, wachsen und sich vermehren. Wenn die Sprößlinge auswandern, um neue Blutkörperchen zu infizieren, und bei der ersten Infektion des Blutes der Wirte besitzen auch diese Arten, solange sie im Blutplasma schwimmen, Gestalten, welche an diejenigen der vorher besprochenen Gruppe erinnern. Diese Wanderformen sind länglich, an beiden Enden zugespitzt und somit geeignet, nicht nur im Blute sich vorwärts zu bewegen, sondern auch sich in die roten Blutkörperchen einzubohren (Abb. 272, 15, 17 S. 320). Aus dieser Gruppe sind besonders hervorzuheben: die Malariaparasiten (Plasmodium), die Parasiten der Blutharnruhr und ähnlicher Krankheiten (Babesien), die Hämogregarinen und Verwandten, sowie eine ganze Anzahl

Digitized by Google

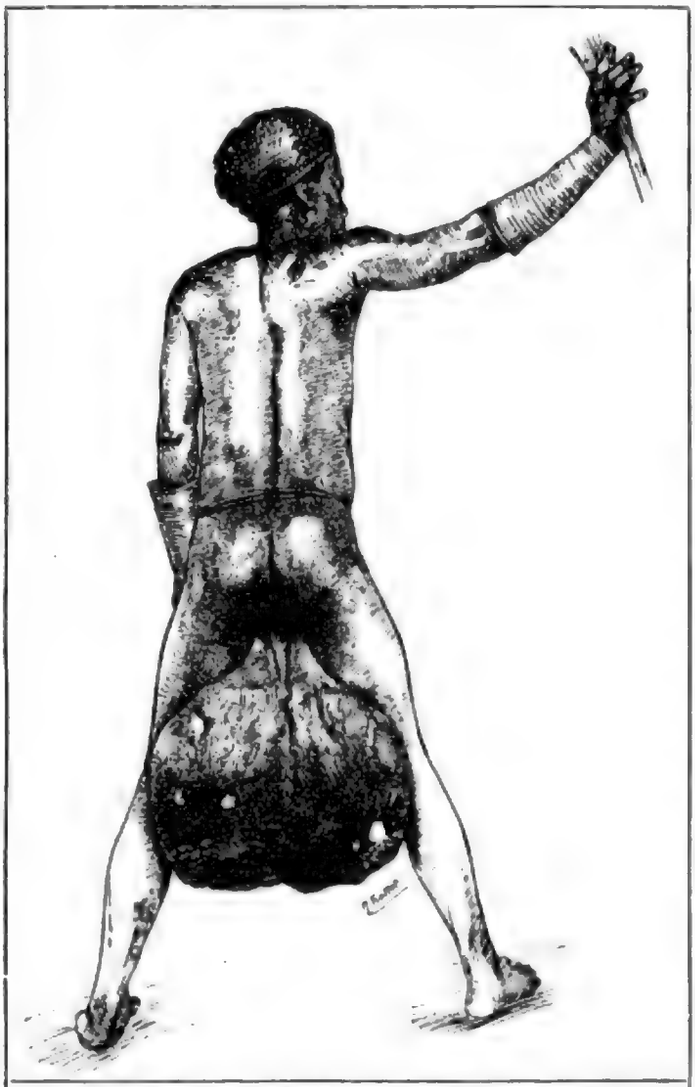


Abb. 251. Neger an Elefantiasis erkrankt. Infolge der Infektion durch Filaria sanguinis hominis ist das Skrotum enorm vergrößert. Nach Brumpt.

noch wenig erforschter außerordentlich kleiner Parasiten.

Ganz andere Anpassungen als die Bewohner von Körperhöhlen zeigen die Gewebeparasiten. Sie finden sich in den Organen ihrer Wirte, meist in Form von ruhenden Cysten. Sie selbst sind mehr oder minder abgekugelt oder zusammengerollt, und das Wirtsgewebe hat um sie herum eine bindegewebige Hülle abgeschieden. So finden wir in Fischen und Insekten die kugeligen Cysten von allerhand Sporozoen. Abgekapselt sind auch die Stadien zahlreicher Würmer, wie z. B. die Finnen der Bandwürmer, von denen manche wie die Finne von Taenia solium (Abb. 253) kaum 1 cm Durchmesser erreichen, während die Riesenblasen von Taenia echinococcus einen Durchmesser von 40—50 cm und ein Gewicht von vielen kg erreichen können. In bindegewebigen Kapseln finden sich auch die Muskeltrichinen, viele Nematoden, zahlreiche Trematoden und Bandwürmer. Natürlich haben alle diese Formen während des eingekapselten Stadiums ihre Beweglichkeit aufgegeben. Sie alle bedürfen aber, um in das Gewebe ihres Wirtes einzuwandern, irgendeiner Form der Beweglichkeit. Die in den Geweben schmarotzenden Protozoen besitzen entweder Wanderstadien, welche es ihnen erlauben, sich durch das Gewebe hindurchzubohren, oder sie werden mit der Blutflüssigkeit in die verschiedenen Teile des Körpers getragen. Letzteres gilt auch für zahlreiche der zu den höheren Tieren gehörigen Parasiten. Wenn die Muttertrichine in der Dünndarmwand des Menschen ihre lebende Brut zur Welt gebracht hat, so bohren sich die kleinen Würmchen vollends durch die Darmwand hindurch, geraten in die Lymphgefäße, von ihnen durch die Pfortader oder auf anderen Wegen in den Blutstrom (vgl. Abb. 271, 4 S. 316) und kreisen in ihm eine Zeit-

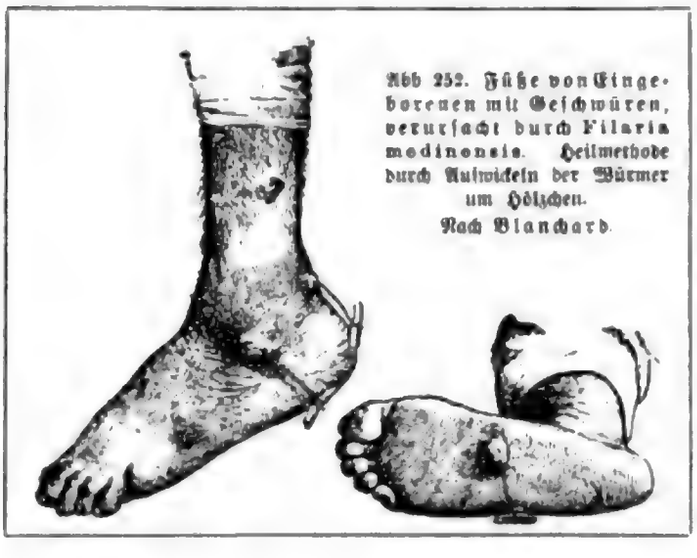


Abb. 252. Füße von Eingeborenen mit Geschwüren, verursacht durch Filaria medinensis. Heilmethode durch Aufwickeln der Würmer um Hölzchen. Nach Blanchard.

Digitized by Google

Abb. 253 Cysticercus cellulosae, das Finnenstadium von Taenia solium in der Muskulatur des Schweins. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

lang, als seien sie echte Blutparasiten. Doch bald kommt ihre Reise in den engen Kapillaren einiger Muskelgruppen zum Stocken. Während man sie vorher im freien Blut, z. B. in den Herzkammern in größerer Menge antreffen konnte, sammeln sie sich jetzt in den engen Kapillaren lebhaft funktionierender Muskeln. Die Muskeln des Zwerchfells und diejenigen, welche die Extremitäten bewegen, sind die Stellen, an denen sie sich vorwiegend anhäufen. Dort dringen sie aus den Haargefäßen in die Muskelfasern ein, rollen sich zusammen und werden von dem Gewebe abgekapselt (Abb. 271, 5—7 S. 316). Sie erlangen ihre freie Beweglichkeit erst wieder, wenn sie in den Darm eines neuen Wirtes, der das infizierte Fleisch genossen hat, gelangt sind, um dort zur Geschlechtsreife heranzuwachsen. Obwohl sie nicht eigentliche Gewebeparasiten sind, seien hier auch die Larven des Grubenwurmes (Ankylostoma duodenale vgl. Abb. 258) erwähnt, die sich im Wasser entwickeln und aus diesem direkt in die Haut des Menschen dringen können, worauf sie durch die Gewebe wandern, ehe sie mit Hilfe des Blutstroms, meist auf dem Umweg über die Lungen, in den Darm gelangen.

Manche Filarien (Filaria medinensis, F. loa usw.) leben dauernd in den Geweben ihrer Wirte und sind z. B. sogar imstande, dieselben auch in erwachsenem Zustand noch zu durchwandern. Filaria medinensis z. B. wandert in die Haut und erzeugt da Geschwüre, aus denen man sie herausholt, indem man ihren langen Körper allmählich auf kleinen Hölzchen aufwickelt (Abb. 252 S. 298).

Auch die in den Geweben eingeschlossenen Finnen der Bandwürmer haben einen Teil der Reise dorthin mit eigenen Kräften angetreten. Hatte ein Tier von Eiern erfüllte Körperteile des Bandwurmes verschluckt, so schlüpften in seinem Magen oder Darm aus der Eischale kleine eigenartige Larven, die sogenannten Onkosphären, aus, welche mit drei Paar spitzer scharfer Haken versehen waren (Abb. 254); mit deren Hilfe wühlten sie sich durch Darmwand und Gewebe hindurch, bis sie eventuell auch unter Mithilfe des Blutstromes an die Stelle gelangten, wo sie zur bewegungsunfähigen Finne heranwuchsen. Noch ausgesprochener ist die Verschiedenheit zwischen Wanderstadien und Ruhestadien bei solchen Parasiten, deren Larven eine gewisse Zeit hindurch frei leben. So sind die im freien Wasser ausschlüpfenden ersten Larvenstadien (Abb. 255, 3 u. 4) der Saugwürmer (Trematoden) mit einem Flimmerkleid versehen, mit dessen Hilfe sie an ihre ersten Wirte, z. B. Schnecken, heranschwimmen. Auch die weiteren Larvenstadien der gleichen Arten können mit besonderen Bewegungsorganen versehen sein. Die sogenannten Redien (Abb. 255, 6) haben stummelartige Körperfortsätze, mit deren Hilfe sie sich im Körper ihrer Wirte weiterschlängeln können, und die kaulquappenähnlich aussehenden Cerkarien (Abb. 255, 7) haben einen Ruderschwanz, der ihnen erlaubt, sich im Wasser schwimmend zu bewegen, ehe sie an die Stätte gelangen, an der sie in einer Cyste eingeschlossen, sich in den jungen Saugwurm umwandeln. Ja viele Cerkarien sind am Vorderende mit Stiletts

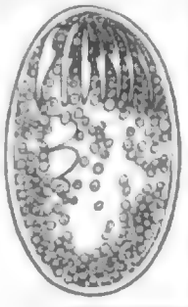


Abb. 254. Sechshakige Larve Oncosphaera des Bandwurms Gyrocotyle rugosa Dies. Stark vergr Nach Spencer aus Bronn

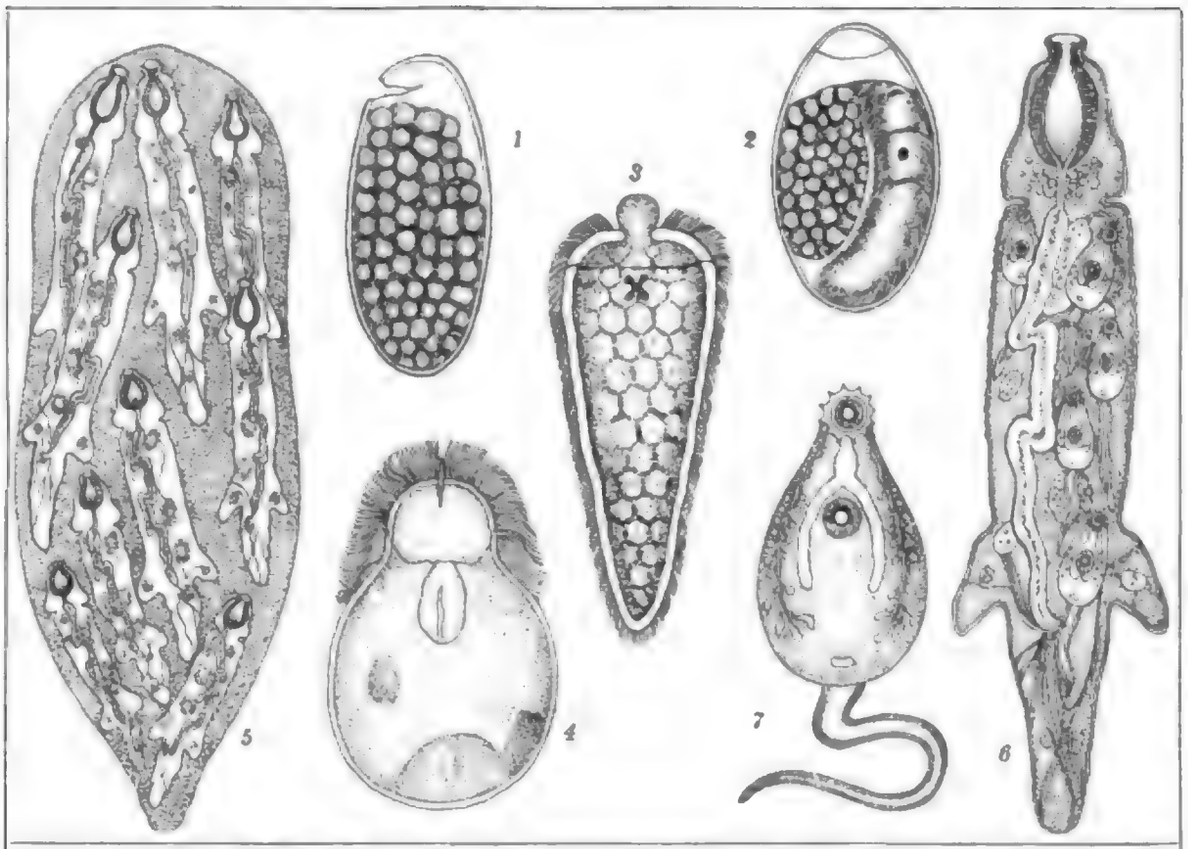


Abb. 255. Entwicklungsstadien der Trematoden (Saugwürmer).
1 Ei mit aufspringendem Deckel von Dicrocoelium lanceatum, dem kleinen Leberegel; *2* Ei mit bewimperter Larve und Dotterzellenmasse von Fasciola hepatica, dem großen Leberegel; *3* bewimperte Larve (Miracidium) von Fasciola hepatica; *4* etwas älteres Embryonalstadium von Dicrocoelium lanceatum. *5* Sporocyste mit Redien; *6* Redie mit Cerkarien von Echinostomum echinatum; *7* Cerkarie der letzteren Art. Alle stark, aber verschieden vergr. Nach Ssokor aus Fiebiger

versehen, die ihnen zum Einbohren in ihre Wirte, besonders Insektenlarven, dienen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch Trematoden, die in höheren Tieren schmarotzen, wie z. B. Schistosomum-Arten, im Cerkarienzustand sich durch deren Haut einbohren.

Eine besonders eigenartige Gruppe unter den Entoparasiten bilden die Zellparasiten. Sie sind alle selbst einzellige Organismen. Als jugendliche Individuen dringen sie in den Zellkörper ein, drängen oft dessen Kern zur Seite, während sie auf Kosten des Protoplasmas heranwachsen, und fügen ihm beträchtliche Schädigungen zu. Als charakteristische Zellparasiten heben wir die Coccidien und die Hämosporidien unter den Sporozoen hervor. Viele dieser Zellparasiten sind ganz spezialistisch an bestimmte Zellformen angepaßt. So kommen Coccidienarten ausschließlich in den Epithelzellen bestimmter Organe, die Mehrzahl der Hämosporidien in den roten Blutkörperchen der Wirbeltiere vor. Die weitestgehende Spezialisation zeigen einige wenige Formen, welche die Tendenz haben, in den befallenen Zellen in die Kerne einzudringen. Solche Zellkernparasiten sind z. B. die Coccidien Karyophagus salamandrae und Cyclospora caryolytica.

Alle Entoparasiten leben abgeschlossen vom Licht. Im Zusammenhang damit erscheinen die meisten von ihnen blaß, weißlich gefärbt. Körperpigmente fehlen ihnen fast stets. Sind sie einmal lebhafter gefärbt, so kann dies durch Einschlüsse besonderer Art bedingt sein. So schimmert bei den Formen, die sich von Blut ernähren, das Hämoglobin durch die Körperwand hindurch, oder es erscheint in dunkelgefärbten Umwandlungsprodukten. Bei den Saugwürmern ist der bluterfüllte, dunkelgefärbte Darm leicht am lebenden Tier von außen zu erkennen. Bei den Malariaparasiten wandelt sich der Blutfarbstoff in ein dunkel-

Digitized by Google

braunes bis ſchwarzes Pigment um. Die Myxoſporidien, welche die Gallenblaſe von Fiſchen bewohnen, ſind durch deren Gallenfarbſtoff grün, gelb oder rotbraun gefärbt. Bei den Eingeweidewürmern, beſonders den Saug- und Bandwürmern, deren Körper ſonſt von gleichmäßiger Bläſſe iſt, ſchimmern vielfach die dunkelgefärbten Eiſchalen, welche den Uterus erfüllen, als braune oder ſchwärzliche Partien durch die äußeren Körperſchichten hindurch.

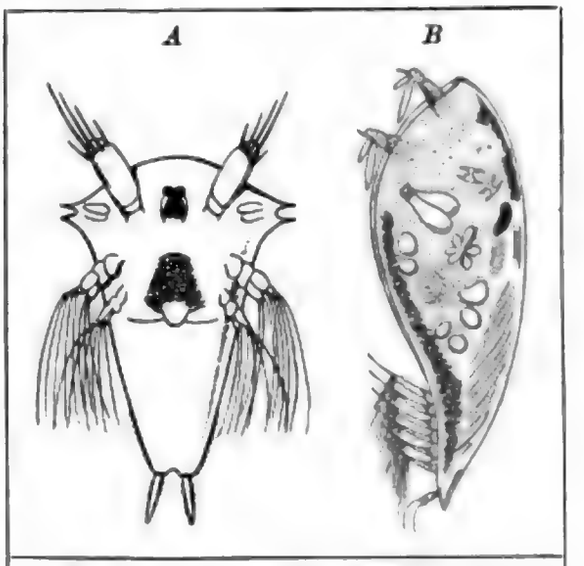


Abb. 256. Larven von Sacculina carcini. *A* Cyclopsſtadium; *B* Cyprisſtadium. Beide mit Augenflecken und Bewegungsorganen. Stark vergr. Nach Delage.

Ganz im Gegenſatz hiezu ſind die Ektoparaſiten vielfach ſehr lebhaft gefärbt. Ich denke hiebei nicht nur an zeitweilige Paraſiten wie Sapphirina (Abb. 239 S. 290), welche wie ein Edelſtein durch das Meerwaſſer funkelt, ſondern an die zahlreichen dunkelbraun und ſchwärzlich pigmentierten ektoparaſitiſchen Trematoden, an Kopepoden, bunte paraſitiſche Aſſeln u. dgl.

Ektoparaſiten und Entoparaſiten unterſcheiden ſich auch ſehr weſentlich in der Ausbildung von Sinnesorganen und Nervenſyſtem. Bei den Ektoparaſiten finden wir oft Sinnesorgane der verſchiedenſten Typen und in relativ guter Ausbildung. Sie ſind allerdings nicht ſo vollkommen entwickelt wie bei den freilebenden Tieren, aber die Reduktionen gehen nicht über das Maß deſſen, was wir bei den ſeſſilen Tieren kennen lernten, hinaus. Sowohl bei Ektoparaſiten als auch bei Entoparaſiten beſitzen die Larvenſtadien Sinnesorgane, welche dem erwachſenen Tier fehlen. Stets handelt es ſich in ſolchen Fällen um Paraſiten, deren Jugendſtadien eine Periode freien Lebens durchmachen. So haben die Larven der paraſitiſchen Krebſe vielfach die gleiche Organiſationsſtufe, wie ſie für die Larven ihrer freilebenden Verwandten charakteriſtiſch iſt (Abb. 256).

Abb. 257. Sacculina carcini. Paraſitiſcher Krebs aus der Gruppe der Rhizocephalen am Hinterleib der Krabbe Carcinus maenas. Die Krabbe iſt ſo dargeſtellt, als ſei ſie durchſichtig und als ſchimmere das Wurzelgeflecht der Saugröhren des Paraſiten durch ihre Körperwand durch. Nat. Größe. Orig.

Bei ſtark abgeänderten Paraſiten hat man vielfach nur an der Organiſationshöhe der Larven die verwandtſchaftlichen Beziehungen der be-

Digitized by Google

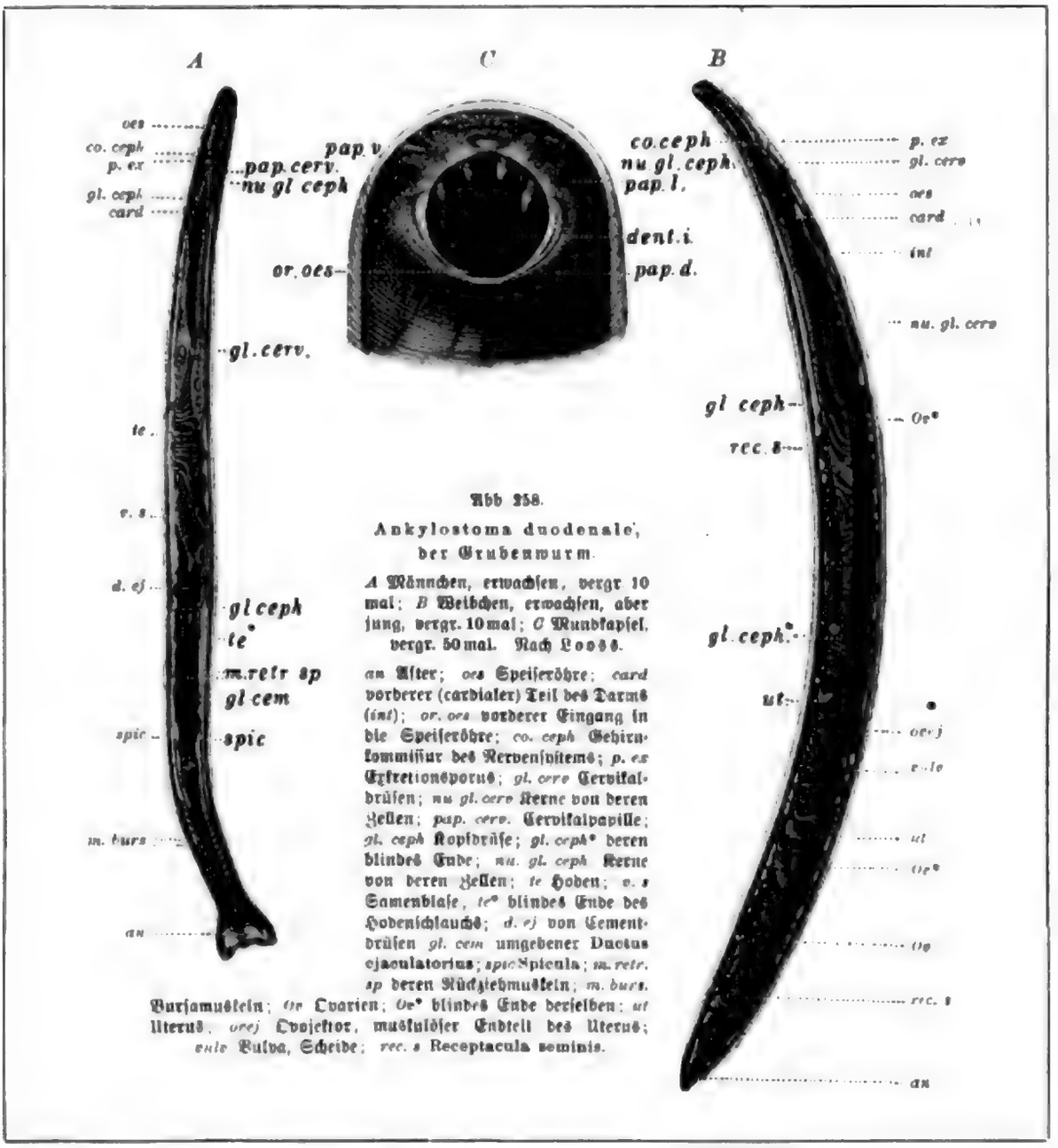


Abb 258.

Ankylostoma duodenale, der Grubenwurm.

A Männchen, erwachsen, vergr 10 mal; *B* Weibchen, erwachsen, aber jung, vergr. 10 mal; *C* Mundkapsel, vergr. 50 mal. Nach Looss.

an After; *oes* Speiseröhre; *card* vorderer (cardialer) Teil des Darms (*int*); *or. oes* vorderer Eingang in die Speiseröhre; *co. ceph* Gehirnkommissur des Nervensystems; *p. ex* Exkretionsporus; *gl. cerv* Cervikaldrüsen; *nu gl. cerv* Kerne von deren Zellen; *pap. cerv.* Cervikalpapille; *gl. ceph* Kopfdrüse; *gl. ceph°* deren blindes Ende; *nu. gl. ceph* Kerne von deren Zellen; *te* Hoden; *v. s* Samenblase, *te°* blindes Ende des Hodenschlauchs; *d. ej* von Cementdrüsen *gl. cem* umgebener Ductus ejaculatorius; *spic* Spicula; *m. retr. sp* deren Rückziehmuskeln; *m. burs.* Bursamuskeln; *Or* Ovarien; *Or°* blindes Ende derselben; *ut* Uterus, *ovej* Ovojektor, muskulöser Endteil des Uterus; *vule* Vulva, Scheide; *rec. s* Receptacula seminis.

treffenden Arten erkennen können. Das gilt z. B. für die Rhizocephalen, jene eigentümlichen Schmarotzerkrebse, deren häufigste Arten unter dem Schwanze von Krabben angeheftet gefunden werden (Abb. 257). Aber selbst bei so vollkommen an den Entoparasitismus angepaßten Tieren wie den digenen Trematoden finden sich Larvenstadien mit deutlichen Augenflecken. Bei den erwachsenen Parasiten, welche in höherem Grade an den Parasitismus angepaßt sind, fehlen jedoch stets Lichtsinnesorgane. Ebenso suchen wir vergeblich nach den Organen des Gleichgewichtssinnes, die ja nur für lebhaft bewegliche Tiere von Bedeutung sind. Dagegen sind in den wenigen Fällen, welche darauf hin genauer untersucht worden sind, Organe nachgewiesen worden, welche jedenfalls den chemischen Sinnen und dem Tastsinn dienen. Eine hohe Ausbildung auch dieser Sinne scheinen ja viele Parasiten entbehren zu können, denn, wenn sie einmal am Sitz ihrer Entwicklung angelangt sind, so sind sie weder Gefährdungen ausgesetzt, noch spielt für viele von ihnen Auswahl der Nahrung eine Rolle. Immerhin mögen die tatsächlich nachgewiesenen Sinnesorgane eine Rolle im Geschlechtsleben spielen.

Digitized by Google

Die Erforschung der Sinnesorgane dieser Parasiten ist ein Feld, welches noch sehr wenig in Angriff genommen ist und interessante Ergebnisse verspricht.

Bei der geringen Ausbildung der Sinnesorgane und des Bewegungsapparates kann uns die Einfachheit des Nervensystems und speziell seiner Zentralorgane nicht in Erstaunen setzen.

Wenden wir uns nunmehr dem Stoffwechsel der Parasiten und seinen Organen zu, so müssen wir diejenigen Formen, welche sich aktiv ernähren, und diejenigen, bei denen die Nahrung in flüssiger Form durch die Körperwand eindringt, gesondert behandeln. Alle weniger weitgehend an den Parasitismus angepaßten Formen nehmen in aktiver Tätigkeit durch eine Mundöffnung die Nahrung in das Innere ihres Körpers auf. Die parasitischen Protozoen, so die Darmamöben und Infusorien, unterscheiden sich vielfach in ihrem Körperbau prinzipiell gar nicht von ihren freilebenden Verwandten. Viele von ihnen nehmen sogar geformte Nahrung zu sich, Teile der Gewebe ihres Wirtes, wie die Dysenterie-Amöbe, oder Bakterien und Nahrungsbrocken, wie das für Darmflagellaten und manche Darminfusorien nachgewiesen ist.

Unter den vielzelligen Parasiten sind besonders diejenigen mit gut ausgebildeten Mundwerkzeugen und einem vollständig entwickelten Darm versehen, welche Blut und Gewebesäfte saugen. Die parasitischen Kopepoden besitzen stilettartige Mundgliedmaßen und einen Saugapparat (Abb. 240 S. 291); die Saugwürmer haben an ihrem Anfangsdarm sehr kräftige muskulöse Anschwellungen, welche als Saugpumpen wirken, und manche Nematoden weisen in ihren zum Anklammern benützten Mundkapseln scharfe, kräftige Hornzähne auf, welche zum Annagen des Darmepithels gebraucht werden. Als Beispiel für letztere Ernährungsweise möge der Grubenwurm, Ankylostoma duodenale, dienen (Abb. 258). Andere Formen aus dieser Gruppe sind mit zahlreichen feinen Hornzähnchen und Stacheln in der Mundregion versehen, deren Funktion dahin gedeutet wird, daß sie durch Reizung der Schleimhaut Entzündung und gesteigerten Blutzufluß bedingen (vgl. Abb. 248 S. 295). Die oben besprochenen parasitischen Insektenlarven besitzen vielfach die gleichen Freßwerkzeuge wie ihre in Pflanzen oder anderen Substanzen lebenden Verwandten. Manche von ihnen, speziell Schlupfwespenlarven, besitzen für den Parasitismus besonders geeignete Saugorgane.

Die in den Geweben und im Darm lebenden Parasiten sind auf eine ganz besondere Art der Ernährung angewiesen. Ja, ihr ganzer Stoffwechsel muß sich unter eigenartigen Bedingungen abwickeln. Sie leben in hochkonzentrierten, organischen Flüssigkeiten und die Säfte, welche sie umgeben, enthalten Substanzen, die ein tierischer Organismus ohne kompliziertere Vorbearbeitung ausnützen kann. Die in Geweben lebenden Schmarotzer werden ihren Sauerstoffbedarf wohl in einer ähnlichen Weise wie die Gewebe selbst durch das Blut des Wirtes zugeführt erhalten. In vielen Fällen werden sie aber mit sehr geringen Quantitäten von Sauerstoff auskommen müssen. Das gilt in noch erhöhtem Maße von den Bewohnern der Darmflüssigkeit; denn die letztere pflegt ja vollkommen sauerstofffrei zu sein. In solchen Darmparasiten haben wir also Vertreter der anaërobiontischen Tiere zu erblicken. Ähnlich wie wir es früher für saprozoische Tiere kennen gelernt haben (vgl. S. 259 u. 260), müssen diese Parasiten ohne freien Sauerstoff leben. So leben in der Darmflüssigkeit Amöben, Flagellaten, Infusorien, Gregarinen und vor allem viele Würmer. Von letzteren seien besonders die Bandwürmer, die Nematoden und die Akanthocephalen hervorgehoben.

Wie die anaërobiontischen Bakterien müssen diese parasitischen Tiere eine andere Kraftquelle benützen, als sie den sauerstoffatmenden Tieren zur Verfügung steht. Während bei letzteren die Energie für die vom Körper geleistete Arbeit durch die Verbrennung von Fett

Digitized by G

Fig. 81. Weinberg-Kopf. Nach einer alten Photographie.

mit seinem Kollegen und Schwiegervater Gustav Jäger einen Anzug gegen Lilienfeld wegen Verletzung der ärztlichen Standespflicht anhängig. Interessanterweise wurde damals auch Lilienfeld selbst, der sich in seinen Schriften so oft über Jäger lustig gemacht hatte, von diesem Standpunkt aus angegriffen. Jäger, der Lilienfeld nicht persönlich kannte, war der Ansicht, daß dieser durch seine Schriften die Ehre der Ärzte, denen er ja selbst angehörte, beim Mitmenschen schädige usw. Wie leicht zu ersehen, gegenüber Personen, die sich in ihrer Ehre gekränkt fühlen, ein sehr dehnbarer Begriff. Der Prozeß endete damit, daß die Angeklagten zu je 50 Reichsmark Strafe verurteilt wurden, die sie sofort bezahlten. Weinberg hatte sich damals nicht an dem Prozeß beteiligt, aber er hatte Lilienfeld, wie dieser selbst bemerkte, eine große Menge Briefe geschrieben, in denen er ihn ermahnte, sich zu mäßigen. Weinberg hatte sich auch in seinen Vorlesungen über Lilienfeld lustig gemacht, ihn aber nie persönlich angegriffen. Lilienfeld hatte sich nun in seinen Schriften über Weinberg lustig gemacht, ihn persönlich angegriffen. Das Verhältnis der beiden Männer war damals ein sehr gespanntes. Weinberg hatte sich auch in seinen Vorlesungen über Lilienfeld lustig gemacht, ihn aber nie

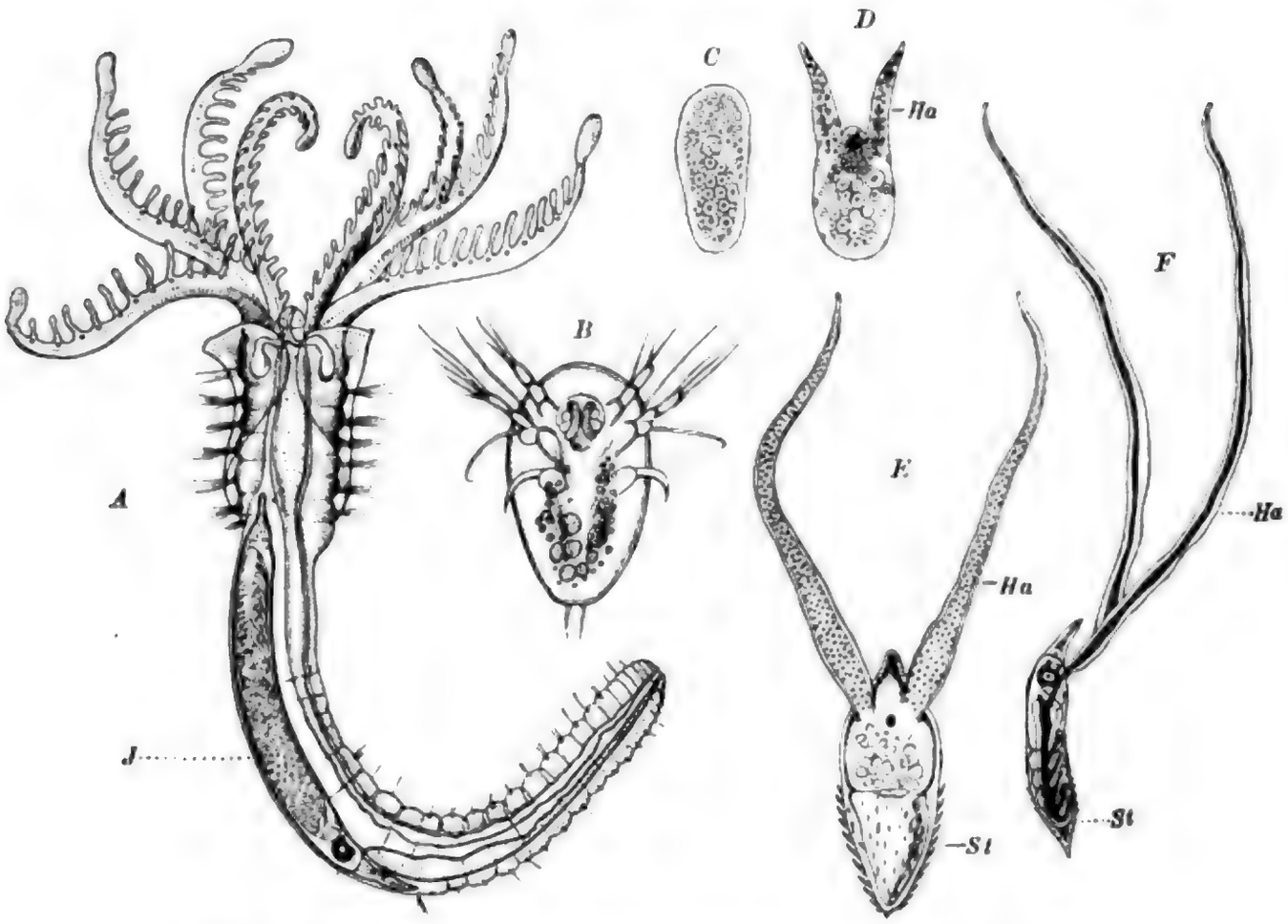


Abb. 260. Entwicklung des parasitischen Kopepoden Haemocera danae (Clpd.) aus der Familie der Monstrillidae.

A polychaetes Annelid Salmacyna dysteri Huxley mit einem fast erwachsenen ♀ Monstrilliden (*J*) im ventralen Blutgefäß; *B—F* Entwicklungsstadien des Parasiten; *B* dessen freier Nauplius; *C* aus einem solchen, nach dem Eindringen in die Salmacyna hervorgegangener Haufen embryonaler Zellen; *D* beginnende Entwicklung des blutsaugenden Embryos mit den Blutsaugfortsätzen (*Ha*); *E* Embryo von 150 μ Länge, Entwicklung der Stacheln an der Hinterleibsspitze; *F* Embryo von 1 mm Länge mit Blutsaugfortsätzen. Vergr. 30 mal. Nach Malaquin.

dauung, den Darm, sehr einfach gebaut, ohne Anhangsdrüsen und vielfach sogar einem Rückbildungsprozeß unterworfen. Verschiedene Stufen der Rückbildung zeigen uns die kurzen, oft sehr wenig verzweigten Därme der Trematoden. Schon bei ihnen spielt offenbar Aufnahme der Nahrung auf osmotischem Wege durch die Haut eine Rolle. Letzterer Weg der Nahrungsaufnahme muß aber bei den Bandwürmern und den Akanthocephalen, denen Mund und Darm vollkommen fehlen, der einzige sein. Auch die Opalinen, darmbewohnende Infusorien, und die besonders bei Insekten und Krustaceen als Darmparasiten häufig vorkommenden Gregarinen sind mundlos. Diese Formen, welche ihre Nahrung durch Osmose in ihren Körper eintreten lassen, besitzen vielfach auffallend vergrößerte Körperoberflächen. Speziell die Bandwürmer mit ihrem langen, abgeplatteten, dünnen Körper haben eine im Verhältnis zu ihrem Körpervolumen enorm große Oberfläche. Schon Leuckart hat darauf aufmerksam gemacht, daß diese Oberflächenvergrößerung bei den durch Osmose sich ernährenden Parasiten eine Voraussetzung für die genügende Ernährung darstellt.

Ein Beispiel hiefür wird auch durch eine Gruppe interessanter Blutparasiten geliefert, welche von Malaquin genauer untersucht worden sind. Es sind dies die Monstrilliden, sehr merkwürdige parasitische Kopepoden. Sie sind im erwachsenen Zustand in beiden Geschlechtern freilebend, haben aber weder Mundgliedmaßen noch Darmkanal (Abb. 261 B). Das kommt

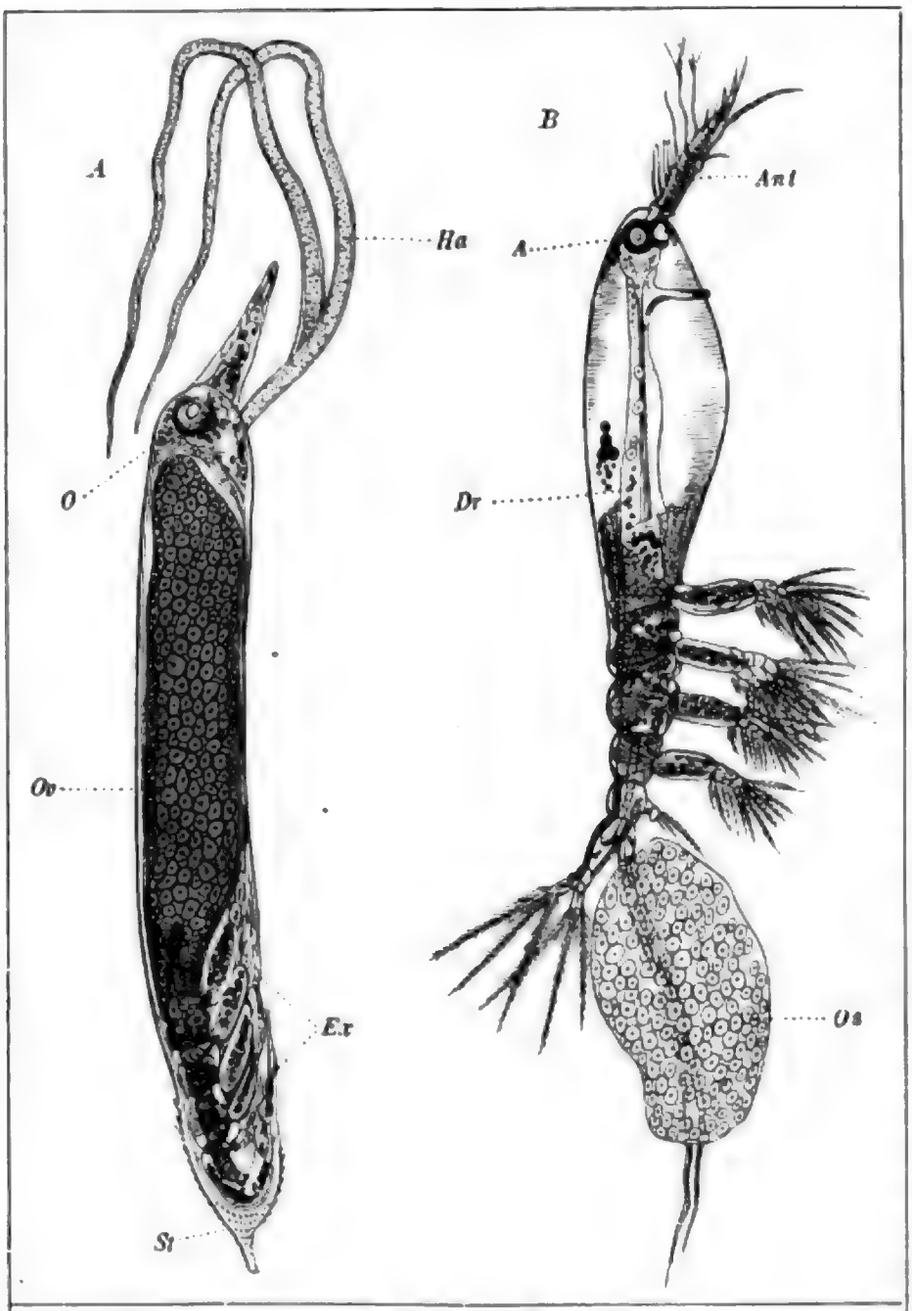


Abb. 261. Weibchen des Monstrilliden Haemocera Danae (Clpd). Nach Malaquin.

A fast erwachsenes Weibchen aus Salmacyna dysteri herauspräpariert; *Ha* die langen Blutsaugfortsätze; *O* Auge; *Oe* Ovar; *Ex* Extremitäten. Tier von einer festen Hülle umschlossen. Vergr. 45 mal. *B* freies, pelagisches Weibchen, nach Ablage des Gesamtinhalts des Ovars in den Eisack *Os*; *Ant* Antenne; *A* Auge; *Dr* axialer Epidermisstrang im Nervensystem. Darm fehlt. Vergr. 45 mal.

daher, daß sie ihre ganze Wachstumsperiode als Parasiten verleben. Die jungen Larven (Abb. 260 B) schwimmen frei im Meer umher, dringen aber dann in polychäte Anneliden ein. So entwickelt sich Haemocera danae (Clpd) in dem Annelid Salmacyna dysteri Huxley (Abb. 260 A), in welches der Nauplius (Abb. 260 B) sich einbohrt, worauf er Kutikula und Extremitäten verliert (Abb. 260 C). Er wird zu einer Masse embryonaler Zellen, die eine neue Kutikula abscheiden, sobald der Parasit aus der Leibeshöhle in das Blutgefäßsystem seines Wirtes vorgedrungen ist. Es wachsen dann am Vorderende lange Fortsätze hervor (Abb. 260 D—F), welche mehrmals den Körper an Länge übertreffen können. Sie entsprechen morphologisch den Antennen der Kopepoden (bei anderen Arten den Mandibeln), sind mit einer sehr dünnen Kutikula überzogen und dienen dazu, Nährstoffe aus dem Blut durch Osmose aufzunehmen. Das Tier bleibt mundlos, entwickelt Geschlechtsorgane und am spitzen Hinterende nach vorn gerichtete Hakenreihen (Abb. 260 E, F, Abb. 261 A), welche offenbar beim Herausarbeiten aus dem Wirt Dienste leisten. Im freien Wasser stößt das Weibchen die Eier aus seinem Körper hervor, welche dann in Gestalt eines einheitlichen Pakets an einem Paar langer fadenförmiger Körperfortsätze hängen (Abb. 261 B).

Einen interessanten Spezialfall der Ernährungsbiologie bieten uns die Rhizocephalen

Digitized by Google

dar. Es sind dies mit den Entenmuscheln und Seepocken nahe verwandte Krebse aus der Gruppe der Cirripedien. Während ihre mit kräftigen Schwimmbeinen, Augen, Mund und Darm versehenen Larven (Abb. 256 S. 301) durchaus denjenigen der auf Felsen und Pfählen sitzenden Verwandten gleichen, sind die erwachsenen Rhizocephalen als Krebstiere überhaupt nicht erkennbar. Sie stellen einen unförmlichen, am Körper eines höheren Krebses sitzenden Sack dar, der in seinem Innern eigentlich nur mehr die enorm vergrößerten Geschlechtsorgane einschließt (Abb. 257 S. 301). Von ihm aus senkt sich in das Innere des Wirtskörpers ein wie eine Pflanzenwurzel fein verzweigtes System von Saugfasern hinein, welches den ganzen Körper des Opfers nach allen Richtungen bis in Kopf, Augen und Beine hinein durchzieht und alle Eingeweide umspinnt. Mit dessen Hilfe werden die zur Ernährung nötigen Substanzen beständig aus dem Körper des Wirtes herausgesaugt und zum Aufbau der in dem sackförmigen Körper enthaltenen enormen Masse von Geschlechtsprodukten verwandt. Mit derartigen wurzelähnlichen Fortsätzen saugen auch einige andere Parasiten aus der Klasse der Krebse ihre Wirte aus, so unter den Isopoden manche Liriopsiden, unter den parasitischen Kopepoden die eigenartigen auf Krustaceen und polychäten Anneliden schmarotzenden Herpyllobiidae. Bei Rhizorhina, einer Gattung der letztgenannten Familie, ist das erwachsene Weibchen ganz gliedmaßenlos und haftet mit einer im Innern des Wirtes sich wurzelartig verzweigenden Röhre am Wirt.

Es ist einleuchtend, daß die mit so hoch konzentrierter Nahrung genährten Parasiten wenig unbrauchbare Produkte ihres Stoffwechsels aufweisen. So finden wir denn auch bei den Formen, welche einen vollkommen ausgebildeten Darm besitzen, in denselben keine größeren Fäkalmassen. Dagegen gibt es bei der Mehrzahl der Formen deutlich entwickelte Exkretionsorgane, welche die flüssigen Endprodukte des Stoffwechsels aus den Organen aufnehmen und aus dem Körper hinausleiten.

Schutz- und Stützsubstanzen sind je nach dem Vorkommen der Parasiten bei ihnen verschieden ausgebildet, meist jedoch schwach entwickelt. Bei den Ektoparasiten sind sie oft ganz normal. Je mehr aber Parasiten ins Innere der Körper verlagert sind, um so zarter ist der Aufbau ihres ganzen Körpers, indem sowohl feste äußere Hüllen als auch im Innern des Körpers verlaufendes starkes Stützgewebe fehlen. Natürlich, wo Parasiten an Körpern festgeklammert oder festgesaugt sitzen, während Strömungen ihren Körper treffen, sind nicht nur jene Anklammerungsapparate bei ihnen ausgebildet, die wir oben besprochen haben, sondern es finden sich auch besondere Stützgewebe zum Ansatz der Muskulatur usw. Schutzeinrichtungen, welche für die Parasiten ganz besonders charakteristisch sind, werden wir in einem besonderen Abschnitt (S. 321) später zu besprechen haben.

Am auffallendsten sind die Anpassungen der Parasiten in all jenen Vorkehrungen, welche zur Sicherung der Fortpflanzung getroffen sind. Die Erhaltung der Art ist ja bei den Parasiten eine ganz besondere schwierige Aufgabe. Die aus den Eiern sich entwickelnden jungen Tiere müssen, um heranzuwachsen und selbst fortpflanzungsfähig zu werden, wieder in den richtigen Wirt gelangen, in dem sie die geeigneten Entwicklungsbedingungen vorfinden. Ja, schon das Zustandekommen der Befruchtung stößt auf vielfache Schwierigkeiten. Sie würde vollkommen ausgeschlossen sein, wenn z. B. in einem Wirte sich lauter Männchen und in dem anderen lauter Weibchen des Parasiten vorfänden. So ist es denn nicht erstaunlich, wenn wir bei den Parasiten zahlreiche Anpassungen besonderer Art vorfinden, welche das Zustandekommen der Befruchtung sichern. In erster Linie wäre die weite Verbreitung der Zwittrigkeit (des Hermaphroditismus) zu erwähnen. Fast alle Saug- und Bandwürmer besitzen in ihrem Körper gleichzeitig einen vollständigen männlichen und weiblichen Geschlechtsapparat. Wenn auch bei manchen Formen gegenseitige Befruchtung die Regel sein

Digitized by Google

Fig. 1. Ursprung der Haare aus Haarpapillen. Nach Kölliker. Fig. 2. Ursprung der Haare aus Haarbälgen. Nach Kölliker.

Fig. 1 u. 2. Teil v. vom Zahn; m Mittelschicht, Haarpap. Haarpapille, Haarbalg, Haarbalgdrüse, Haarmuskel, Haar, Talgdrüse, Oberhaut, Lederhaut, Fettgewebe, Haarzwiebel, Haarbalgdrüse, Haarmuskel, Haar, Talgdrüse, Oberhaut, Lederhaut, Fettgewebe, Haarzwiebel.

Bei Zoonen ist kein eigentlicher Mittelstamm, keinerlei Gehirn, keine Spur von Sinnesorganen vorhanden.

Die Abstammung der Urmhaarmenschen ist nicht bekannt. Auf Grund mehrerer auf Java und Borneo seither gefundener Schädelreste, welche sich dem Pithecanthropus erectus Dubois anschließen, hat Dubois die Vermutung ausgesprochen, daß sie von Pithecanthropus abstammen. Die Urmhaarmenschen sind in der Tat Pithecanthropus-Menschen, aber sie stammen nicht von ihm ab, sondern sie sind mit ihm gleichzeitig entstanden. Sie sind die Nachkommen des jüngst fossilen Pithecanthropus-Menschen, der in Java und Borneo lebte.

Fig. 3. Haarbalg mit Haarzwiebel und Haarpapille. Nach Kölliker.

Digitized by Google

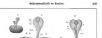


Abb. 1 Exekias, Amphora des Louvre-Malers, Paris, Louvre F 32 (Foto Giraudon)

Ab etwa 540 BC dringt Exekias (Text Abb. 1) unter ungefähr gleichen Teilen mit seinem Lehrer Kolchos Kleinmeister der Bildgruppe auf seinem Amphorenbild wählt er die Mitte, die Rückseite, wo Kolchos Dionysos und Ariadne, Exekias Aias und Achill in Tiefgrau darstellte (S. Beim Exekias-Vasenbild ist die Bildgruppe auf Achill beschränkt. Die Gruppe ist in Tiefgrau gehalten, Achill und Aias sind in Rot. Rot ist zum Teil auch Hintergrund

Fig. 1. Die Kunst des Buchdruckes. Holzschnitt von Jost Amman, 1568.

Bücher seiner Zeit hat **Luther** sie **auf Erden** genannt, und **Gutenberg** ist ihr Erfinder. Er war der Sohn des Patriziers Friedrich Gensfleisch zum Gutenberg und wurde um 1400 in Mainz geboren. Seine Jugend fällt in die Zeit, wo in Mainz der Streit zwischen Adel und Bürgerschaft am heftigsten tobte. Als Gegner der Bürgerschaft mußte Gutenberg 1420 mit seinen Verwandten Mainz verlassen. Er ging nach Straßburg, wo er bis 1444 lebte. Hier erfand er, wie es scheint, zuerst den Druck mit beweglichen Lettern. Um 1444 kehrte Gutenberg nach Mainz zurück und setzte hier seine Erfindung fort. Er starb 1468. Seine Mitbürger ehrten ihn durch Errichtung eines Denkmals, das 1837 enthüllt wurde. Ein Standbild Gutenbergs befindet sich auch in Straßburg.

Gutenberg hatte sich mit dem Goldschmied Johann Fust verbunden, der ihm Geld vorschoß. Fust verlangte 1455 die Rückzahlung der Summe. Gutenberg konnte sie nicht leisten und mußte seine Druckerei an Fust abtreten. Dieser setzte mit Peter Schöffer, einem früheren Schreiber Gutenbergs, das Geschäft fort. Schöffer war es, der die Buchstaben zuerst aus Metall goß. Er starb 1502. Sein Sohn Ludwig Schöffer setzte das Geschäft fort.

Fig. 2. Gutenbergs Druckerei. Holzschnitt von Jost Amman, 1568.

Gutenberg hatte sich mit dem Goldschmied Johann Fust verbunden, der ihm Geld vorschoß. Fust verlangte 1455 die Rückzahlung der Summe. Gutenberg konnte sie nicht leisten und mußte seine Druckerei an Fust abtreten. Dieser setzte mit Peter Schöffer, einem früheren Schreiber Gutenbergs, das Geschäft fort. Schöffer war es, der die Buchstaben zuerst aus Metall goß. Er starb 1502. Sein Sohn Ludwig Schöffer setzte das Geschäft fort.

Fig. 2. Gutenbergs Druckerei. Holzschnitt von Jost Amman, 1568.

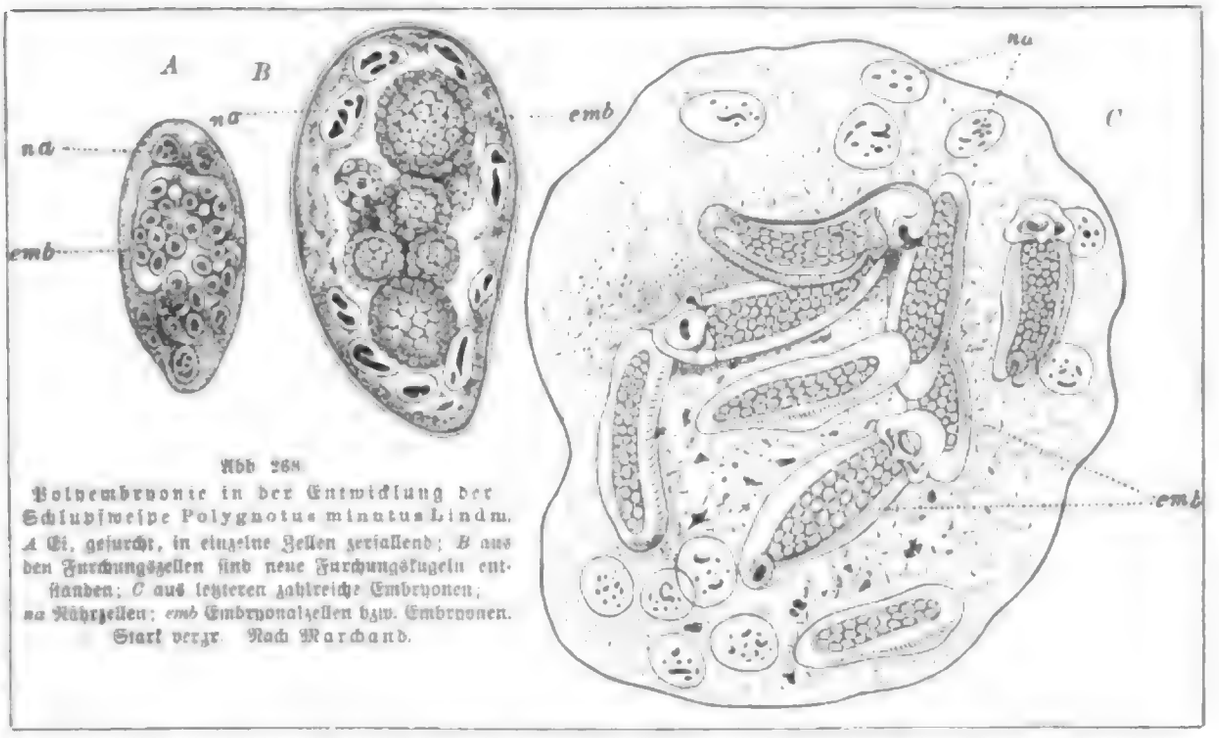


Abb. 268.
Polyembryonie in der Entwicklung der Schlupfweſpe Polygnotus minutus Lindm. *A* Ei, gefurcht, in einzelne Zellen zerfallend; *B* aus den Furchungszellen ſind neue Furchungskugeln entſtanden; *C* aus letzteren zahlreiche Embryonen; *na* Nährzellen; *emb* Embryonalzellen bzw. Embryonen. Stark vergr. Nach Marchand.

erwähnten Rhizorhina. Auch bei den paraſitiſchen Iſopoden kommen häufig Zwergmännchen vor, wie es z. B. Abb. 266 am Hinterleib des Weibchens der Bopyride Gyge branchialis Corr. zeigt. Die Zwergmännchen ſind nicht nur um ein Vielfaches kleiner als die Weibchen, ſondern auch in der ganzen Organiſation ſehr rückgebildet, haben keine Därme, im entwickelten Zuſtand rückgebildete Sinnes- und Bewegungsorgane und haben nur den Zweck, die Begattung zu vollziehen.

Es iſt in dieſem Zuſammenhang eine dritte Methode zur Sicherung der Befruchtung, das Vorkommen von freien Männchen, zu erwähnen, welche die Weibchen in einer dem paraſitiſchen Daſein vorangehenden freien Periode des Lebens befruchten. Erſt das befruchtete Weibchen heftet ſich bei manchen paraſitiſchen Kopepoden (z. B. Lernaea, Lernaeocera) definitiv an dem Fiſch feſt, von deſſen Säften es lebt und auf welchem es ſeine Fortpflanzung durchführt.

Ein ſehr wirkſames Mittel zur Erhaltung der Art iſt, wie bei den feſſilen Tieren, auch bei den Paraſiten die ungeſchlechtliche Vermehrung. Auf den verſchiedenſten Stadien der Entwicklung können Saugwürmer und Bandwürmer ſowie zahlreiche andere Paraſiten ſich vermehren. Wie wir auch den Körperbau der Bandwürmer auffaſſen mögen, in jedem Falle handelt es ſich bei der enormen Verlängerung ihrer Körper, in denen eine große Anzahl von vollkommenen Geſchlechtsorganen ſich hintereinander ausbilden, um eine Form ungeſchlechtlicher Vermehrung. Sehr häufig tritt Knoſpung und Teilung bei den Bandwürmern auch im Finnenſtadium ein. Das für den Wirt gefährliche Wachstum, durch welches die Finnen der Taenia echinococcus zu Blaſen von mehreren Dezimetern Durchmeſſer und vielen Kilogramm Gewicht ſich entwickeln können, iſt in der Regel von einer durch Knoſpung erfolgenden enormen Vermehrung von Bandwurmköpfen, Scolices, begleitet. Bei der Betrachtung des Generationswechſels der Paraſiten werden wir noch mehr Fälle von ungeſchlechtlicher Vermehrung kennen lernen.

Die paraſitiſchen Schlupfweſpen zeigen uns, wie aus folgendem hervorgeht, in ſehr intereſſanter Weiſe, wie die Anſprüche des Paraſitismus die Ausbildung ungeſchlechtlicher

Digitized by Google

Abb. 1. Abb. 2.

Abb. 1 und 2. Weiße Flecken auf einer Glasscheibe, die sich vor dem Auge bewegt. Abb. 1 zeigt die Flecken, wie sie gesehen werden, wenn die Scheibe ruht, Abb. 2 wie sie gesehen werden, wenn die Scheibe sich bewegt. Nach Exner, Pflügers Archiv, Bd. 11, S. 403.

Weiße Flecken gibt man auf eine Glasscheibe, die sich vor dem Auge bewegt, so sieht man sie nicht als Punkte, sondern als Striche (Abb. 1 und 2). Exner hat diese Erscheinung zuerst beschrieben und sie als Beweis dafür angesehen, daß wir die Bewegung der Augen nicht durch den Muskelsinn bemerken (Exner, Pflügers Arch., Bd. 11, S. 403). Ich habe dieselbe Erscheinung auch bei Bewegungen des Kopfes und des Körpers beobachtet (Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 5. Aufl., Bd. 2, S. 307). Ich habe ferner gefunden, daß wir auch die Bewegungen der Glieder nicht durch den Muskelsinn bemerken

leisten vermögen. Leukart und Eschricht haben Berechnungen angestellt, aus denen sich z. B. ergibt, daß der menschliche Bandwurm, Taenia solium, im Jahr 42 Millionen Eier, der Spulwurm in der gleichen Zeit 64 Millionen Eier produziert. Um einen richtigen Begriff von dieser Fruchtbarkeit zu geben, hat Leukart eine Vergleichsrechnung durchgeführt: wenn er das Gewicht der produzierten Geschlechtsstoffe auf das Körpergewicht des erwachsenen Weibchens bezog, dann entspräche es der Fruchtbarkeit des Spulwurmes, wenn ein menschliches Weib täglich 70 Kinder zur Welt bringen würde.

Schon das äußere Aussehen der Parasiten ist vielfach ein Ausdruck ihrer Fruchtbarkeit. In Insekten kommen einige zu den Nematoden gehörige Parasiten vor, deren Körperbau lange Zeit rätselhaft war. Unter ihnen sind besonders bekannt geworden Sphaerularia bombi, ein fast kugelförmig gestalteter Parasit der Hummel und Atractonema gibbosum, aus den Larven von Cecidomyia. Die Hauptmasse des Körpers des in der Fortpflanzung begriffenen Weibchens besteht aus der Vagina, an welcher der Körper nur als minimaler Anhang erkennbar ist. Sie ist aus dem Körper ausgestülpt und zu einem Sack geworden, in welchem sich die Embryonen ansammeln. Dabei hat sie eine Größe erreicht, welche diejenige des Körpers um das 15—20000fache, diejenige, welche sie selbst ursprünglich besaß, um das 60000fache übertrifft. Ein weiteres sehr drastisches Beispiel bieten die Rhizocephalen, vor allem die schon öfter erwähnte Sacculina, deren ganzer Körper ja nur einen von Eiern erfüllten Sack darstellt. Die Bopyriden, parasitische Asseln, zeigen uns in der Größendifferenz zwischen Männchen und Weibchen, in der Formlosigkeit und Asymetrie im Bau der letzteren, deren Brutlamellen eine enorme Zahl von Nachkommen umschließen, in auffallendster Weise Anpassungen an das parasitische Leben (vgl. Phryxus abdominalis Kroyer, Ektoparasit an der Bauchseite verschiedener Garneelenarten Abb. 269). Sehr klar tritt uns die Überproduktion an Eiern entgegen, wenn wir parasitische und nichtparasitische Formen aus der gleichen Gruppe miteinander vergleichen. Also z. B. parasitische und freilebende Kopepoden. Die kleinen aus 10 bis 15 Eiern bestehenden Eierpaketchen der freilebenden Kopepoden können diese beim Umherschwimmen leicht mit sich tragen. Die langen, bandförmigen Bildungen, welche die Eier der parasitischen Kopepoden einschließen, enthalten deren oft viele Tausende und übertreffen an Länge und Gewicht den Körper des Weibchens um das Vielfache (vgl. Abb. 270).

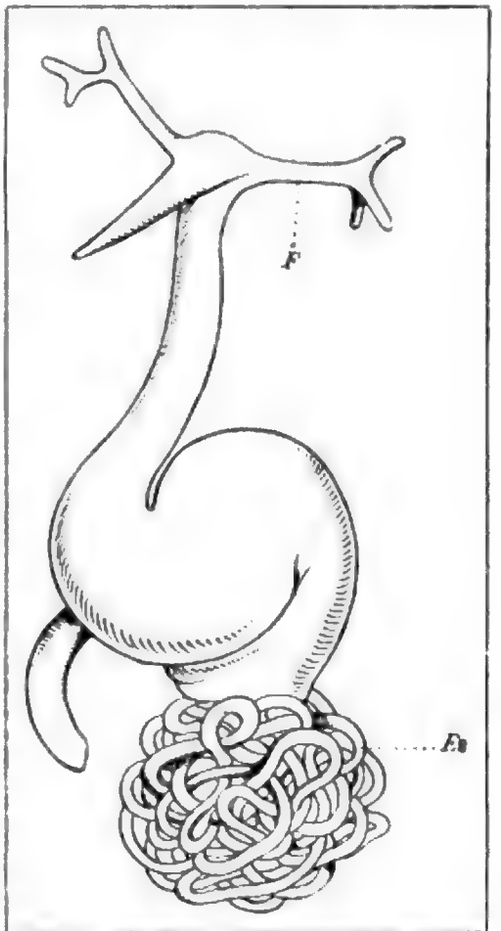


Abb. 270. Lernaea branchialis ♀.
F Kopfortsätze, die das Tier im Fisch verankern; Ei aufgeknäulte Eisäcke. Stark vergr.
Nach Freiburger Vorlesungstafel.

Auch bei den parasitischen Protozoen läßt sich vielfach eine gesteigerte Fruchtbarkeit nachweisen. Mindestens ist auf gewisse Momente im Leben eine enorme Vermehrungsfähigkeit konzentriert. So sehen wir in den Zysten eines parasitischen Fischinfusors (Ichthyophthirius multifiliis) mehrere hundert Sprößlinge in rasch aufeinanderfolgenden Teilungsakten entstehen. Ebenso ist bei Gregarinen, Hämosporidien und anderen Sporozoen die Zahl der Sprößlinge oft sehr groß.

Digitized

Bei anderen sehen wir an Stelle dessen die Teilungen sehr rasch aufeinanderfolgen. Es mag vielfach diese Erscheinung, wie überhaupt die gesteigerte Vermehrungsfähigkeit, bei den Parasiten mit der leicht verwertbaren, sehr konzentrierten Nahrung zusammenhängen. Da sie so mühelos, in überreichlicher Fülle zur Verfügung steht, kann der Parasit viel Stoff und Energie auf den Aufbau von Fortpflanzungsprodukten verwenden. Dabei ist es recht bemerkenswert, daß die einzelnen Stadien im Leben eines Parasiten sich gegenseitig in der Produktion reichlicher Nachkommenschaft ersetzen können. Während z. B. die meisten Bandwürmer und gerade die riesigen proglottidenreichen Formen unter ihnen als Finne sich nicht vermehren, sondern nur geschlechtliche Fortpflanzung zeigen, entstehen in den riesigen Finnenblasen der kleinen, nur $^1/_2$ cm langen, 3—4 Proglottiden (= Glieder) umfassenden Taenia echinococcus Zehntausende von Bandwurmköpfen durch ungeschlechtliche Vermehrung. Doch dürfen wir kaum daran zweifeln, daß der Zusammenhang zwischen Ernährung und Masse der Geschlechtsprodukte meist kein so einfacher ist. Bei den enger an den Parasitismus angepaßten Formen haben wir vielmehr in der gesteigerten Eiproduktion eine der speziellen Anpassungen an den Parasitismus zu erblicken.

Auch an den Eiern selbst können wir mancherlei Anpassungen feststellen, welche zur weiteren Sicherung zur Erhaltung der Art dienen. Nicht wenige Formen kleben ihre Eier an einer Unterlage fest, so viele Kiemenparasiten der Fische, z. B. die Saugwürmer Gyrodactylus und Diplozoon (Abb. 263 S. 308). Auch sonst finden wir Haftapparate der verschiedensten Art an den Eiern ausgebildet, welche dazu dienen, die Eier an die Wirte oder eine Unterlage anderer Art anzuheften. Die Schlupfwespenarten, welche ihre Eier außen an ihre Opfer ablegen, hängen dieselben mit Hilfe kleiner Häkchen an, die sich an der Eischale befinden. Bei Parasiten von Wassertieren ermöglichen Anhänge das Flottieren im Wasser und damit die Verbreitung der Art.

Die Eier der Parasiten werden je nach dem Vorkommen der einzelnen Arten in einer charakteristischen Weise entleert und verbreitet. Bei den Darmschmarotzern und den Bewohnern der Leber und anderer Anhangsgebilde des Darmes verlassen sie mit dem Kote ihren Wirt. Die Eier der Lungenbewohner, z. B. von Strongylus filaria aus den Bronchien der Schafe, oder des Saugwurmes Paragonimus Westermanni Kerb., welcher in China und überhaupt in Ostasien in den Lungen des Menschen häufig vorkommt, werden mit dem Tracheal- bzw. Bronchialschleim ausgehustet. Die Eier der Nasenparasiten, z. B. des Pentastomum taenioides, fließen mit den Absonderungsprodukten der Schneiderschen Membran aus den Nasenlöchern. Daß die Eier von Schistosomum haematobium mit dem Urin entleert werden, haben wir früher schon erwähnt, das gleiche gilt für Strongylus gigas, einen Nierenparasiten des Pferdes. Erzeugt ein Parasit, wie Filaria medinensis, Geschwüre in der Haut, so verlassen die Eier mit dem Absceßeiter den Wirt.

Alle die genannten Formen sind Entoparasiten. Während nämlich manche Ektoparasiten ihre Eier an dem Platze, an welchem sie selbst schmarotzen, ablegen, worauf diese sich an Ort und Stelle regulär weiterentwickeln, ist dies für sehr wenige echte Entoparasiten bekannt. Formen, welche sich in den infizierten Organen direkt fortpflanzen können, sind die Lungenpalisfadenwürmer, die Strongylusarten (vgl. Abb. 273 S. 322). Strongyliden kommen vielfach in den Luftwegen und Lungen von Vögeln und Säugetieren vor. Einige Arten sind besonders gefürchtet, da sie schwere Seuchen mit vielen Todesfällen verursachen. Es sind dies die Erreger der sog. verminösen Pneumonie oder Bronchitis bei Schafen, Ziegen, Kälbern, Schweinen, Wildschweinen, Hirschen, Rehen, Hasen, Gemsen. Sie gehören zu verschiedenen Arten, wie Strongylus commutatus, Str. micrurus, Str. va-

Digitized by Google

sorum canis, Str. pusillus usw. Die meisten können verschiedene Wirte infizieren. Das befördert die Infektion und die Ausbreitung der Seuchen. Die Strongylusarten sind enorm fruchtbar, und da Eier und Embryonen schon an Ort und Stelle in der Lunge abgelegt werden, so sind erhebliche Veränderungen des Gewebes die Folge, welche schwere Krankheit und oft den Tod des Tieres nach sich ziehen. Die Krankheiten verbreiten sich weithin bei herdenbildenden Tieren und schädigen den Vieh- und den Edelwildbestand oft in schwerer Weise. Es ist allerdings nicht klar, in welcher Weise die in den Lungen geborenen Larven sich weiterentwickeln und ob sie überhaupt an Ort und Stelle geschlechtsreif werden können. Auch der Infektionsmodus ist noch unbekannt.

Bei Entoparasiten ist sonst stets Ortswechsel eine Vorbedingung zur Entwicklung. So kann es uns nicht verwundern, wenn die Eier der Entoparasiten oft sehr dicke, feste Schalen haben. Durch dieselben können die in ihnen eingeschlossenen Keime leicht eine Periode der Austrocknung überstehen. Die Eischalen sind vielfach so wenig durchlässig, daß, z. B. wie Boveri zuerst beobachtet hat, die Embryonen der Spulwürmer sich ungestört weiter entwickeln, wenn die Eier in Alkohol, Sublimatlösung oder eine andere stark wirkende Konservierungsflüssigkeit geworfen werden. In solchen Eiern findet auch normalerweise die Entwicklung des Embryos bis zu einem gewissen Stadium statt. Die Weiterentwicklung wird durch die Austrocknung aufgehalten, wird aber nach Ablauf einer gewissen Zeit wieder aufgenommen, sobald das Ei in ein feuchtes Medium gelangt. Dicke harte Schalen finden sich naturgemäß nur bei solchen Arten, welche nach einer längeren Austrocknung im Magen bzw. Darm ihres Wirtes zur Weiterentwicklung schreiten. Arten, welche im Freien ausschlüpfen, wie z. B. der im Schlamm aus dem Ei kriechende Grubenwurm (Ankylostoma duodenale Dub.), haben relativ zarte Eischalen, welche der Embryo, nachdem sie im Wasser aufgequollen sind, leicht durchbrechen kann. Haben derartige Formen derbere Schalen, wie z. B. die Bothriocephaliden unter den Bandwürmern, dann sind dieselben mit einem Deckel versehen, welcher im Wasser aufspringt. Die derben und kräftigen Schalen vieler Parasiten widerstehen aber allen lösenden Einflüssen, die natürlicherweise auf sie einwirken können, mit einziger Ausnahme des Magensaftes ihrer normalen Wirte. Derselbe löst sie auf, so daß die Larven ausschlüpfen können.

Während bei manchen Parasiten die Eier, wenn sie abgelegt werden, noch ungefurcht sind, enthalten bei anderen die Eischalen im Moment der Ablage fertig entwickelte junge Tiere. Diese Verschiedenheiten treten uns besonders bei den parasitischen Würmern aus der Gruppe der Nematoden entgegen. Die Spulwurmarten, z. B. Ascaris lumbricoides L. aus Mensch und Schwein, A. megalocephala Cloqu. aus dem Pferd, A. canis Werner aus dem Hund, entleeren ihre dickschaligen, mit einer Eiweißschicht umhüllten Eier in ungefurchtem Zustand ins Freie. Sie sind erst infektionsfähig, wenn sie im Freien eine bestimmte Entwicklungszeit durchgemacht haben, während welcher der junge Wurm in der Schale sich vollkommen ausbildet. Das dauert beim menschlichen Spulwurm 30—40 Tage, wobei Luftzutritt, Sonnenschein und Feuchtigkeit die Entwicklung begünstigen. Wenn das so weit entwickelte Ei mit Salat oder anderen rohen Pflanzen, mit Wasser oder Staub in den menschlichen Magen aufgenommen wird, gibt es dem geschlechtsreifen Spulwurm den Ursprung.

Eine solche Entwicklungszwischenzeit vor der Infektion ist bei Formen nicht nötig, welche wie gewisse Pfriemenschwänze sich fortpflanzen, Angehörige einer nahe verwandten Nematodengattung, deren Weibchen durch einen langen Schwanzanhang ausgezeichnet sind. Bei Oxyuris vermicularis L., der im Dünndarm, Blinddarm und Wurmfortsatz des Menschen, besonders bei Kindern, häufig gefunden wird, sind die Eier dünnschalig und

Digitized by Google

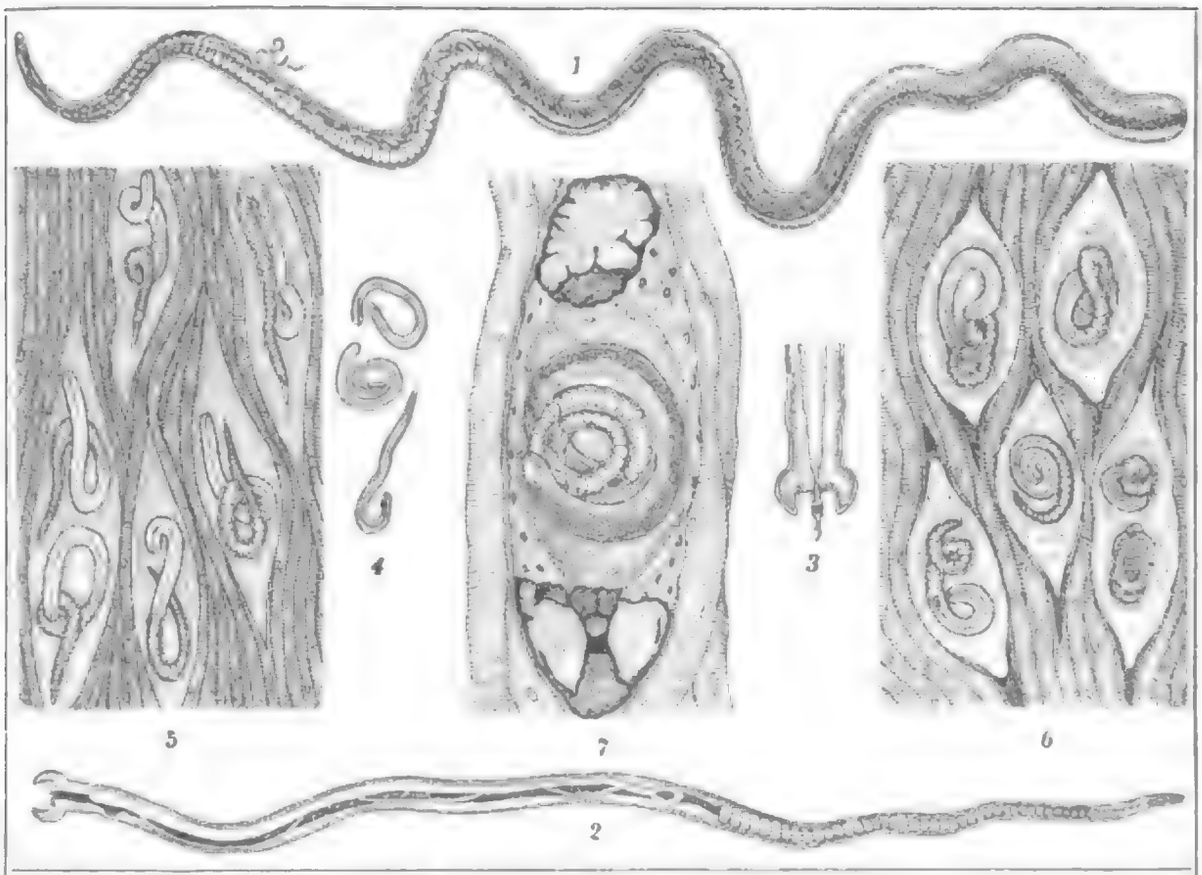


Abb. 271. Trichinella (Trichina) spiralis (Ow.).
1, 2, 3 Darmtrichinen aus dem Darm des Schweines. *4* Larven aus dem Blut des Schweines; *5, 6, 7* Muskeltrichinen. *1* Weibchen, lebende Larven gebärend; *2* Männchen, *3* dessen Hinterende mit Kopulationsorganen; *5* frisch eingedrungene Muskeltrichinen, noch nicht eingekapselt; *6* eingekapselte Muskeltrichinen; *7* beginnende Verkalkung der Kapsel. Alle stark vergr. Nach Clokor aus Fiebiger.

enthalten einen weitentwickelten Embryo, wenn sie abgelegt werden. Da die befruchteten Weibchen in den Mastdarm, ja aus diesem heraus in die Umgebung des Afters wandern, so veranlassen sie einen heftigen Juckreiz; das hat zur Folge, daß die Eier mit den Fingern in den Mund übertragen werden, so daß im selben Individuum die Entwicklung sofort weitergehen kann. Das veranlaßt bei unreinlich gehaltenen Kindern oft enorme Infektionen. Bei O. curvula Rud. aus dem Pferd und O. ambigua Rud. aus Hase und Kaninchen ist die Entwicklung ähnlich wie bei Ascaris verlangsamt.

Ebensooft wie durch geschützte Eier wird die Infektion durch besonders angepaßte Larven vermittelt. Die Larven des Grubenwurmes, die wir eben erwähnten, vermögen eine Zeitlang im Wasser zu leben und sich aus diesem durch die Haut in den Menschen einzubohren. Gelegentlich werden sie auch, wie das für manche andere Parasiten gilt, mit dem Trinkwasser aufgenommen. Auch die Mehrzahl der parasitischen Krebse hat freilebende Larven, welche eine Periode ihres Lebens im Wasser frei schwimmend verbringen müssen, ehe sie auf den Wirt übergehen. Daß solche Larven vielfach eine höhere Organisation besitzen, die bei dem ausgewachsenen Parasiten wieder rückgebildet ist, haben wir oben schon erwähnt. Eine sehr häufige Verbreitungsmethode der Parasiten ist schließlich das Gefressenwerden des Wirtes durch einen andern. Wir werden sehen, daß diese Erscheinung zu den kompliziertesten Anpassungen im Leben des Parasiten führen kann. Relativ einfach gestalten sich die Beziehungen bei einem Tier, wie z. B. der Trichine (Trichinella spiralis Ow.). Es ist das ein Parasit, welcher zum Glück in Deutschland im Verschwinden begriffen ist.

Digitized by Google

Früher spielte er eine sehr große Rolle und hatte viele schwere Erkrankungen und Todesfälle zur Folge. Die Trichine findet sich in eingekapseltem Zustand in den Muskeln von Ratte, Schwein, Mensch und einigen anderen Tieren. Die eingekapselten Muskeltrichinen sind Trichinenlarven, und zwar Männchen und Weibchen. Wird rohes Muskelfleisch verschluckt, also z. B. indem eine Ratte eine andere, ein Schwein eine Ratte, oder ein Mensch rohes Schweinefleisch in sich aufnimmt, so werden die Larven im Magen bei der Auflösung der Muskeln durch den Magensaft befreit. Sie geraten in den Dünndarm, wühlen sich dort in die Schleimhaut ein und werden geschlechtsreif. Die Männchen begatten die Weibchen; letztere bohren sich in die Darmwand ein und bringen lebende Junge zur Welt. Wir haben oben S. 298 deren Wanderung und Abkapselung in den Muskeln beschrieben. In ihrer Kapsel müssen sie nun als Larven ruhen, bis das Tier, in welchem sie sich befinden, von einem anderen verzehrt wird; oder sie sterben und verfaulen mit ihm, ohne zur Fortpflanzung zu gelangen. Eine Trichine muß also, um die Art zu erhalten, von einem Wirt auf den anderen direkt übergehen. Bei ihr spielen Eischalen gar keine Rolle, und sie stellt ein Extrem in der biologischen Reihe dar, welche von Ascaris über Oxyuris zu ihr führt.

Die Vielseitigkeit des parasitischen Lebens tritt uns nun vor allem in den Kombinationen der verschiedenen Fortpflanzungsarten entgegen. So sehen wir häufig verschiedene Fortpflanzungsweisen bei ein und derselben Art auftreten und jeweils in gesetzmäßiger Weise mit dem Aufenthaltsort des Tieres sich kombinieren. Bei manchen Parasiten kommt sogenannte Heterogonie vor, d. h. Wechsel zwischen zweigeschlechtlicher Fortpflanzung und Parthenogenese oder Zwittrigkeit. Das ist z. B. bei einem sehr häufigen Parasiten unserer Frösche, dem Fadenwurm, Angiostomum nigrovenosum, der Fall. Derselbe kommt als Parasit in der Lunge des Frosches in einer zwittrigen Generation vor. Die vom Frosch entleerten Eier lassen im Schlamm aus sich getrenntgeschlechtliche Individuen hervorgehen, welche selbst wieder mit ihren Eiern die Frösche infizieren. Ihre Nachkommen sind wieder zwittrig. Heterogonie ist auch die komplizierte Entwicklung der digenen Trematoden (vgl. S. 299), deren Sporozysten und Redien sich ja durch Eizellen parthenogenetisch vermehren.

Echter Generationswechsel, d. h. gesetzmäßige Aufeinanderfolge von geschlechtlich und ungeschlechtlich sich vermehrenden Generationen, ist bei Parasiten sehr häufig. Wir haben oben schon von einigen Beispielen ungeschlechtlicher Fortpflanzung bei Parasiten gesprochen. Es waren dies meist die ungeschlechtlich sich vermehrenden Generationen von Formen mit Generationswechsel, die wir dort als Beispiele anführten. So ist die ungeschlechtliche Vermehrung bei der Finne des Bandwurmes der Drehkrankheit der Schafe (Taenia coenurus Rud.) und bei der Finne von Taenia echinococcus in regelmäßigem Wechsel mit der geschlechtlichen Vermehrung in den Proglottiden verkettet. Auch bei den parasitischen Protozoen, wie z. B. Coccidien und Malariaerregern, ist Generationswechsel eine wichtige Einrichtung zur Vermehrung der Individuen und zur Ausbreitung der Art.

Bei einer großen Anzahl von Parasiten wird die Erhaltung der Art und damit die Infektion neuer Wirte dadurch gesichert, daß ein Zwischenwirt die Übertragung vermittelt. Ein sehr lehrreiches Beispiel bieten uns hiefür einige der Blutparasiten, welche durch Blutsauger übertragen werden. Besonders genau ist die Übertragungsform bei einem Parasiten des Hundes, der Filaria immitis Leidy, studiert worden. Sie steht der Blutfilarie des Menschen, der F. bancrofti Mans., welche die Elefantiasis erzeugt (vgl. S. 297, 298) im Aussehen und der gesamten Biologie sehr nahe. Die Männchen und Weibchen des etwa 15 cm langen Wurmes (Filaria immitis Leidy) finden sich im intermuskulären und subkutanen Bindegewebe frei oder in Zysten. Die Larven jedoch, welche lebend geboren werden und nur

285 μ lang und 5 μ dick sind, finden sich im peripheren Blut, und zwar vorzugsweise nachts. Aus diesem werden sie durch den Stich von Mücken, und zwar sowohl von Culex als auch Anopheles aufgesaugt, bohren sich in diesen Insekten durch die Darmwand in die Malpighischen Gefäße und in andere Organe des Körpers ein. Nachdem sie sich gehäutet haben, geraten sie am zwölften Tag in die Leibeshöhle und begeben sich bis in die Unterlippe der Mücke. Wenn die Mücke den Hund sticht, dann reißt eine dünne Chitinmembran zwischen Stechapparat und Unterlippe; aus der entstandenen Öffnung geraten die Larven in diese Wunde. So ist also bei diesen Formen ein Aufenthalt in einer anderen Tierart zur Sicherung der Infektion ihres Wirtes notwendig. Sie kommen ja als Blutparasiten in einem Organsystem vor, welches sie unter normalen Umständen ohne erhebliche Verletzung ihres Wirtes nicht verlassen können. Ein solcher einfacher Wirtswechsel ist wahrscheinlich auch bei den Trypanosomen der Schlafkrankheit des Menschen und der Naganaseuche des Viehes realisiert. Hier sind es die Tsetsefliegen (vgl. S. 195 und Abb. 140 u. 142), welche durch ihren Stich die Blutflagellaten von einem Opfer auf das andere übertragen.

Auch bei sehr vielen Bandwurmarten ist Wirtswechsel die Voraussetzung für die Verbreitung der Art. Dabei ergeben sich wichtige biologische Zusammenhänge, auf die wir kurz eingehen wollen. Aus dem Ei eines Bandwurmes entwickelt sich ein eigentümliches Stadium, welches als Finne bezeichnet wird. Es ist dies eine mit seröser Flüssigkeit erfüllte Blase, in welcher der sogenannte Kopf oder Scolex des zukünftigen Bandwurms, in eingestülptem Zustand schon fertig gebildet, enthalten ist. Die Finne entwickelt sich nun normalerweise nicht in demselben Tier, in welchem der Bandwurm selbst gedeiht, sondern in einem anderen Tier, und zwar einem solchen, welches von dem Wirte des Bandwurms gefressen wird. Die Finne (Cysticercus fasciolaris), welche in der Maus vorkommt, entwickelt sich im Darm der Katze zum Bandwurm (Taenia crassicollis Rud). Die mit dem Kot der Katze entleerten Eier müssen von der Maus mit ihrer Nahrung aufgenommen werden, um sich von neuem zu Finnen zu entwickeln. Zwischen den beiden Wirten muß also ein biologischer Zusammenhang existieren. Der Wirt der Finne ist in der Regel ein Pflanzenfresser, der mit seiner Pflanzennahrung die aus dem Kot des anderen Wirtes stammenden Bandwurmeier gelegentlich aufnimmt. Der Wirt des Bandwurmes selbst pflegt ein Raubtier zu sein, welcher den pflanzenfressenden Wirt der Finne auffrißt. Beide Wirte müssen also im gleichen Gebiet leben und in ihren Lebensgewohnheiten die Bedingungen darbieten, um sich gegenseitig zu infizieren. So kommt Taenia serrata Goeze als Finne (Cysticercus pisiformis) in der Leber von Hasen und Kaninchen, als Bandwurm im Dünndarm des Hundes vor. Taenia coenurus Sieb., der Erreger der Drehkrankheit, kommt als Finne (Coenurus cerebralis) im Gehirn des Schafes, als Bandwurm im Darm des Hundes vor, und zwar mitunter in solchen Massen, daß der ganze Darm dadurch verstopft wird. So verstehen wir es gut, daß die Bandwürmer des Menschen von Finnen herzuleiten sind, welche in Tieren leben, deren Fleisch der Mensch gelegentlich in rohem oder schlecht gekochtem Zustande zu sich nimmt. Der breite Bandwurm (Bothriocephalus latus L.) kommt als Finne in Fischen, der Einsiedlerbandwurm (Taenia solium L.) im Muskelfleisch des Schweins, der unbewaffnete Bandwurm (Taenia saginata Goeze) in der Muskulatur des Rindes vor.

Ähnliche Beziehungen zwischen Wirt und Zwischenwirt finden wir in allen möglichen Gruppen des Tierreiches. So leben die Bandwürmer vieler Seevögel als Finnen in Fischen. Eine derartige Form, deren Lebensgeschichte in den letzten Jahren erforscht worden ist, ist ganz beionders erwähnenswert. Es ist dies der Tetrarhynchus unionifactor, welcher als

Digitized by Google

Bandwurm in Möwen lebt. Die Proglottiden fallen mit dem Kot der Möwe ins Meer, und zwar ist das Meer, in welchem diese Verhältnisse studiert worden sind, der blaue indische Ozean. Am Grunde des Wassers werden die Bandwurmeier mit dem übrigen Detritus, der im Wasser schwebt, von einer Muschel verschluckt. Es ist die echte Perlenmuschel, in der sich nun ein finnenartiges Vorstadium des Bandwurmes entwickelt. In der Mantelwand der Muschel wirkt der Parasit wie jeder andere Fremdkörper, d. h. das umgebende Gewebe sucht ihn abzukapseln und scheidet dabei in feinsten Lagen Perlmuttersubstanz ab. Auf diese Weise entstehen die schönen Perlen, die also in ihrem Innern als Kern einen erwürgten Bandwurm beherbergen. Nicht alle Finnen werden auf diese Weise von dem Gewebe der Muschel getötet. Manche Individuen geraten, ehe sie vollkommen umwallt sind, in Verhältnisse, welche ihre Weiterentwicklung gestatten. Es ist dies dann der Fall, wenn die Muschel von einem Meeresfisch gefressen wird. Und zwar scheint als weiterer Zwischenwirt ein Rochen in Betracht zu kommen (Trygon valga), ferner ein Knochenfisch (Balistes), die erst selbst wieder von einem räuberischen Seevogel gefressen werden müssen, ehe in dessen Darm der geschlechtsreife Bandwurm sich entwickelt.

Nicht immer ist die Wanderung des Bandwurmes während seiner Entwicklung, räumlich genommen, so beträchtlich. Der Hundebandwurm (Dipylidium caninum L.) z. B. macht sein Finnenstadium im Hundefloh (Ctenocephalus canis Curt.) durch, der die vom Hund auf seiner Haut verriebenen Eier aufgenommen haben muß. Beim Putzen seines Felles verschluckt der Hund den infizierten Floh und bekommt so den Bandwurm in seinen Darm. Wenn Flöhe in die Nahrung des Menschen geraten, kann auch er mit dem Hundebandwurm sich infizieren, um so mehr als dessen Entwicklung gelegentlich auch im Menschenfloh (Pulex irritans L.) stattfindet.

Auch unter den Blutparasiten welche durch Blutsauger übertragen werden, besitzen manche Formen einen komplizierten Entwicklungsgang, dessen Abschnitte auf die verschiedenen Wirte verteilt sind. So haben viele Hämosporidien, wie die Malariaparasiten des Menschen und der Vögel, ihre ungeschlechtliche Entwicklung im Blut des Wirbeltieres, während die geschlechtlichen Stadien nur im blutsaugenden Insekt (Anopheles bzw. Culex) auftreten. Die Malariaparasiten des Menschen z. B. vermehren sich eine Zeitlang im Blut intensiv durch Teilung weiter. Jedesmal, wenn aus einem Individuum viele geworden sind, zersprengen sie das Blutkörperchen, in welchem sie sitzen (Abb. 272, 1—5). Dabei geraten allerhand Stoffe ins Blut, welche das Fieber erzeugen. Die jungen Sprößlinge dringen jeder wieder in ein Blutkörperchen ein und machen von neuem Wachstum und Vermehrung durch. Bei den verschiedenen Fieberarten vergehen von einer Teilung zur anderen 48 oder 72 Stunden. Da die Wirkung der Gifte im Blut immer nur einige Stunden lang durch Fieber sich bemerkbar macht, so hat der Kranke fieberfreie Zeiten. Man unterscheidet, je nachdem das Fieber alle zwei Tage oder alle drei Tage wiederkehrt, die Fieberarten Tertiana und Quartana. Durch verschiedene Ursachen bedingt, so durch mehrere aufeinanderfolgende Infektionen, können die Fieberzeiten sich zusammenschieben, und es entsteht alltägliches Fieber. Das ist der Fall bei der Perniciosa, dem gefährlichsten Malariafieber der warmen Länder.

Bei all diesen Malariaparasiten treten, wenn sie eine Zeitlang sich vermehrt und das Blut überschwemmt haben, Individuen auf, welche sich zunächst nicht mehr teilen. Es sind das geschlechtliche Formen (Abb. 272, 6—8), welche im Blut unverändert weiter kreisen und der Befruchtung harren. Diese kann nicht im Menschen erfolgen, sondern normalerweise findet sie im Magen des Moskitos, der Stechmücke statt, welche an einem Menschen gesogen hat, in dessen Blut sich die richtigen Stadien fanden. Nach der Befruchtung dringen die betreffen-

Digitized by Google

Fig. 1. Development of the Ovum of *Ascaris megalocephala*. A, Ovum with the germinal vesicle (*gv*) and the polar body (*pb*). B, Ovum with the first segmentation spindle. C, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have divided. D, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles. E, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. F, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. G, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. H, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. I, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. J, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. K, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. L, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. M, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. N, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. O, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. P, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. Q, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. R, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. S, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. T, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. U, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. V, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. W, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. X, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. Y, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming. Z, Ovum with the first segmentation spindle, the chromosomes of which have passed to the poles, and the first segmentation nucleus (*sn*) is forming.

Universitätsbibliothek

den Stadien (Abb. 272, 9) in die Darmwand der Mücke ein, wachsen da zu einem relativ großen Körper heran, der in zahllose spindelförmige Keime zerfällt. Nach Zerreißung der sie umhüllenden Zyste wandern diese durch die Leibeshöhle der Mücke in deren Speicheldrüsen, um beim Stich mit Speichel in die Wunde gespritzt zu werden. So wird der Kreislauf vollendet, wenn die Mücke einen gesunden Menschen sticht und ihm die Malaria bringt. Denn in seinem Blut beginnen die Keime in die roten Blutkörperchen einzudringen und die vorhin geschilderte verderbliche Tätigkeit zu entfalten.

Da die Malaria auf den Menschen beschränkt ist, wiewohl ähnliche Parasiten und Krankheiten bei vielen Tieren vorkommen, und da die Mückengattung Anopheles, allerdings mit vielen Untergattungen und Arten, die einzige Überträgerin ist, so sehen wir hier Generations- und Wirtswechsel, und zwar Wechsel von ganz bestimmten Arten von Wirten, zur Erhaltung der Art in einer zwingenden Weise kombiniert.

Parasit und Wirt.

Manche Parasiten, vor allem Darmparasiten, führen in ihren Wirten ein ziemlich harmloses Dasein. Sie nehmen außer den Ernährungssäften ihres Wirtes auch Brocken von dessen Nahrung, dabei aber auch Bakterien und andere in seinem Darm lebende Mikroorganismen auf. Es gibt viele Beispiele von schrittweisen Übergängen von derartigen Entozoen zu echten Parasiten. Aber selbst solche Formen können bisweilen durch Größe oder massenhaftes Vorkommen ihren Wirt rein mechanisch schädigen. Das ist natürlich in viel höherem Maße der Fall bei Parasiten, welche im Innern der Gewebe zu bedeutender Größe heranwachsen, oder welche durch die Gewebe sich hindurchwühlen oder bohren. Dabei können Zerstörungen in den Organen auftreten, welche für das befallene Tier sehr gefährlich sind. Manche Arten fressen und zerstören sogar die Gewebe selbst, wie das z. B. für die Dysenterieamöben und für den Grubenwurm bekannt ist.

Diejenigen Arten, welche an den Schleimhäuten des Darms oder anderer innerer Organe angesaugt leben (Abb. 274), zerstören vielfach dadurch die Oberfläche der Schleimhaut, bewirken Narbenbildung und eventuell Wucherungen. Sehr auffallend sind auch die Schädigungen, welche durch die blutsaugenden Formen hervorgerufen werden. Nicht selten haben sie — wie z. B. die Nematoden aus der Familie der Strongyliden — eine Menge feiner Spitzen und Stacheln in der Nähe ihrer Mundöffnung (Abb. 273). Diese bewirken einen Reiz auf die Schleimhaut, welcher den Blutandrang gegen die Mundöffnung hin steigert. Demselben Zwecke scheinen auch Drüsensekrete zu dienen, welche aus Drüsen der Mundregion abgesondert werden. Ja, wir dürfen auch annehmen, daß bei den blutsaugenden Parasiten nicht anders wie bei den freilebenden Blutsaugern die Speicheldrüsen ein gerinnungshemmendes Ferment produzieren. Jedenfalls ist bei einer Reihe von Parasiten auch das Vorkommen von sogenannten Hämolysinen, d. h. von Substanzen nachgewiesen worden, durch welche die roten Blutkörperchen aufgelöst bzw. ihres roten Farbstoffs beraubt werden. Ein solches ist z. B. bei dem breiten Bandwurm (Bothriocephalus latus Gz.) des Menschen gefunden worden. Es stellte sich nach Thallquist und Faust als ein Lipoid heraus, die Ölsäure, und löst das Blut von Fischen, Vögeln und Säugetieren. Das Vorhandensein dieses Hämolysins erklärt es, daß bei Bothriocephalusinfektion starke Bleichsucht die Menschen befällt. Derjenige Pferdewurm, der sich von Blut ernährt, der Palliſſadenwurm (Strongylus armatus), produziert ebenfalls im Gegensatz zu den anderen Pferdeparasiten nach Weinberg eine stark blutlösende Substanz. Daß die Köpfe des Parasiten reicher an dieser Sub-

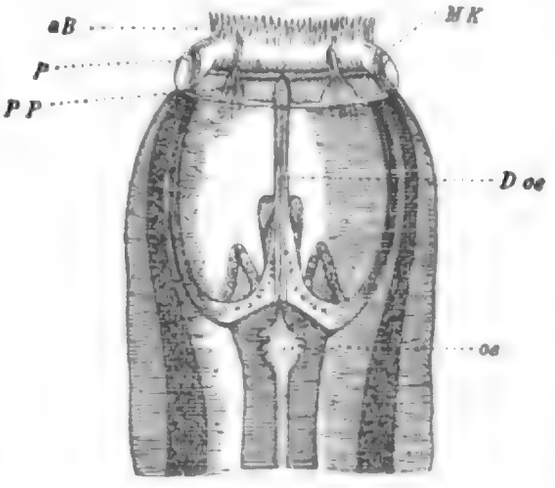


Abb. 273. Mundkapſel des bewaffneten Palliſadenwurmes des Pferdes Strongylus (Sclerostomum) equinum Müll. *MK* Mundkapſel; *P* ſeitliche Kopfpapillen; *PP* innere Mundpapillen; *aB* äußerer Blätterkranz, *oe* Oeſophagusdrüſe; *Doe* deren Ausführungsgang. Nach Looſſ aus Fiebiger.

ſtanz ſind als die übrigen Teile des Körpers, weiſt eventuell auf ihre Erzeugung in einer Drüſe der Mundregion hin (vgl. Abb. 273 *oe*). Auch die ägyptiſche Chloroſe oder Bleichſucht, welche die vom Grubenwurm (Ankylostoma duodenale) Infizierten heimſucht, iſt auf das hämolytiſche Gift dieſes Paraſiten zurückzuführen. In der verſchieden ſtarken Wirkung der von einzelnen Individuen produzierten Subſtanz liegt offenbar die Erklärung dafür, daß oft eine ganz geringe Infektion ſtarke Blutarmut zur Folge hat, während manchmal Patienten mit Hunderten von Ankyloſtomen im Darm geringere Symptome aufweiſen.

Daß in den Paraſiten Verdauungsfermente gebildet werden, iſt ſicher. Ob dieſelben aber aus dem Körper heraustreten und auf die umgebenden Subſtanzen eine Wirkung ausüben, iſt unbekannt. Es ſcheint mir aber nicht unwahrſcheinlich, daß etwas Derartiges vorkommt; die Gewebezerſtörungen, bei denen Zellen direkt aufgelöſt werden, könnten wohl auf die Wirkung derartiger Stoffe zurückgeführt werden.

Schließlich können wir bei den Wirten der Paraſiten ſtets jene eigentümlichen Wirkungen erkennen, welche durch den Einfluß von Eiweißſubſtanzen auf den lebenden Organismus herbeigeführt werden. Die Erfolge der Bakteriologie haben dieſe Reaktionen ſpeziell gegenüber paraſitiſchen und pathogenen Bakterien zuerſt und in der auffälligſten Weiſe kennen gelehrt. Es iſt eigentlich ſelbſtverſtändlich, daß ähnliche Reaktionen auch gegenüber Paraſiten aus höheren Organismengruppen ſtattfinden.

Es iſt unzweifelhaft, daß die tieriſchen Paraſiten bei ihrem Stoffwechſel Subſtanzen produzieren, welche auf andere Organismen, ſpeziell auf ihre Wirte, als Gifte wirken. Ganz klar tritt uns das bei den krankheitserregenden Protozoen entgegen, ſo den Malariaparaſiten, den Trypanoſomen, den Babeſien. Fieber, Auflöſung der Blutkörperchen und Blutharnen ſind z. B. Symptome, welche uns die Wirkſamkeit dieſer Gifte verraten. Gegen ſie erzeugen die Wirte in ihren Geweben und im Blut Ge-

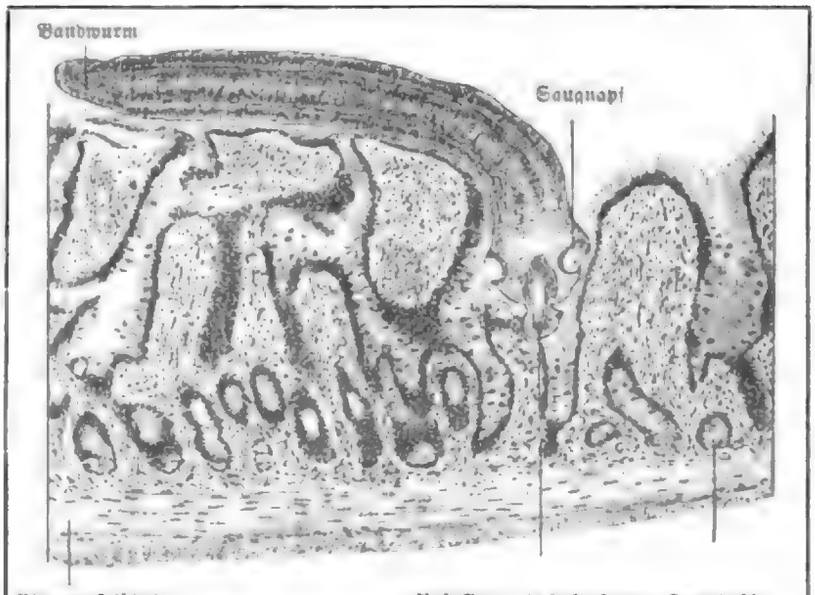


Abb. 274. Der Bandwurm Hymenolepis (Taenia) murina (Duj.) an der Darmwand einer Ratte angeſaugt (Querſchnittsbild). Stark vergr. Nach Brumpt.

Digitized by Google

gengifte, ſogenannte Antikörper, welche die Wirkung der Gifte abſchwächen oder gar aufheben.

Solche Einwirkungen der Paraſiten auf ihre Wirte ſind nun nicht lokal beſchränkt, ſondern können deren ganzen Organismus beeinfluſſen. Ein Anzeichen dieſes Einfluſſes ſind z. B. bei Wirbeltieren Veränderungen der Leukocyten, der weißen Blutkörperchen, die im Blutpräparat ſich ſtark mit Eoſin färben, eoſinophile Granula in ihrem Körper maſſenhaft aufweiſen, wenn der betreffende Organismus paraſitenbehaftet iſt. In der mediziniſchen Klinik ſpielt bei Unterſuchnngen auf Paraſiten aller Art die Eoſinophilie des Bluts eine große Rolle.

Die charakteriſtiſchſten Allgemeinwirkungen auf den Wirt werden nun wie bei den Bakterien ſo auch bei den tieriſchen Paraſiten durch ausgeſchiedene ſpezifiſche Gifte, vor allem Toxine, verurſacht. Man hat in einer Reihe von Fällen verſucht, dieſe Gifte genauer zu ſtudieren. So hat man gefunden, daß die Leibeshöhlenflüſſigkeit von Ascaris megalocephala, dem Pferdeſpulwurm, ſehr ſtark giftig auf den Menſchen und vor allem auf das Pferd ſelbſt wirkt. Ähnliche, wenn auch geringere Wirkungen wurden beim menſchlichen Spulwurm A. lumbricoides beobachtet. Schon die Ausdünſtungen dieſer Flüſſigkeit verurſachen bei empfindlichen Perſonen Nieſen, Katarrh, Konjunktivitis, Übelkeit, ja ſelbſt ſchweres Aſthma. Gelangt ein Tropfen der Flüſſigkeit auf eine Schleimhaut, ſo erfolgt eine ſtarke Entzündung. Nach Weinberg führt Einträufeln eines Tropfens der Leibeshöhlenflüſſigkeit von A. megalocephala in das Auge des Pferdes nicht nur ſtarke Augenentzündung und enorme Schwellung des Auges herbei, ſondern hat auch Atemnot und ſchweren Durchfall zur Folge.

Die Erſcheinungen bei Trichinoſe, vor allem Fieber und Krämpfe, führt Weinberg auch auf ein Toxin der Trichine zurück. Als Anzeichen für ein ſolches Vorkommen betrachtet er die Eoſinophilie des Bluts und merkwürdige Beſchädigungen des Nierengewebes. Ferner konnte er feſtſtellen, daß neun Tage nach dem Freſſen trichinöſen Fleiſchs im Blut der Meerſchweinchen eine Subſtanz auftrat, welche das Blut für andere Meerſchweinchen und für Ratten giftig machte. Nach einigen Wochen ließ ſich eine Abnahme der Toxizität des Bluts nachweiſen.

Auch die Wirkungen, welche die Milben der Krätze- und Räudekrankheiten auf ihre Wirte ausüben, haben die Unterſucher immer wieder auf die Annahme eines von den Paraſiten produzierten Giftes hingewieſen.

Gegen dieſe Gifte ſcheinen die Wirte in ähnlicher Weiſe wie gegen Protozoen und Bakterien Gegengifte auszuſcheiden, die ſie in mehr oder weniger hohem Grade gegen die ſchädlichen Wirkungen der Paraſitenausſcheidungen ſeien. Bei den nach der Schlachtung ſezierten Pferden fand ſich nach Weinbergs Unterſuchungen, wenn die Reaktion auf den Ascaris-Saft gering oder negativ geweſen war, ſtets der Darm mit Ascaris infiziert. Das Pferd war alſo gegen das Toxin ſeines Paraſiten immun geworden. Auch bei Infektion mit Taenia echinococcus und mit Distomum hepaticum ließen ſich ſpezifiſche Antikörper nachweiſen.

So ausgedehnt unſere Kenntniſſe über die intimeren Einwirkungen von Bakterien und höheren Tieren aufeinander ſind, ſo wenig Unterſuchungen exiſtieren bis jetzt noch über die Beziehungen der tieriſchen Paraſiten zu ihren Wirten, ſoweit nicht rein morphologiſche Fragen in Betracht kommen.

Was wir aber bisher wiſſen, erlaubt uns bereits gewiſſe Schlüſſe zu ziehen.

Daß ein Paraſit überhaupt an oder in einem Wirt exiſtieren kann, verdankt er ge-

wissen Anpassungen, welche ihn gegen die Schutzkräfte des Wirtes widerstandsfähig machen. Wir haben schon früher (S. 273) gesehen, daß ein epizoisches Tier, um auf der Haut eines andern Tieres sich festsetzen zu können, besondere Einrichtungen wahrscheinlich chemischer Art besitzen muß. In viel höherem Maße gilt das natürlich für die Entoparasiten. Nichtparasitische Tiere werden im Innern von Tierkörpern sowohl im Darm als auch in andern Körperhöhlungen, in den Geweben und in den Zellen abgetötet. Sie gehen zugrunde infolge von Luft- oder Nahrungsmangel, infolge des mechanischen Druckes der sie einschließenden Körperteile. Vor allem werden sie aber durch Verdauungssäfte und andere vom Körper abgeschiedene Substanzen getötet. Verdauungssäfte werden vor allem im Darm abgeschieden; es scheint mir aber wahrscheinlich, daß jede Körperzelle imstande ist, entsprechende Substanzen zu produzieren. Die nächste Frage, welche sich uns also aufdrängt, und welche vor allem für die Darmparasiten von größter Wichtigkeit ist, ist folgende:

Wie kommt es, daß solche Parasiten den Wirkungen der Verdauungsfermente widerstehen, während mit ihnen gleichzeitig verschluckte andere Tiere oder lebende und tote Teile von solchen verdaut werden? Für Bandwürmer und Nematoden ist nachgewiesen worden, daß sie in ihrem Körper Antifermente erzeugen, d. h. Substanzen, welche die Wirkungen der Verdauungsfermente ihrer Wirte aufheben. Es hat sich gezeigt, daß Verdauungssäfte der Wirtstiere, wenn man sie mit einem Extrakt aus dem Körper der Parasiten vermischt, Fibrin und Eiweiß nicht mehr verdauen. Wir dürfen wohl annehmen, daß auch andere Parasiten als die bisher untersuchten solche Antifermente produzieren.

Hier in diesem Zusammenhang muß noch auf eine sehr wichtige Erscheinung im Leben gewisser Tiere hingewiesen werden. Bekanntlich verwenden gewisse Pflanzen als Ergänzung zu ihrer Ernährung eingefangene Insekten. Unter den insektenfressenden Pflanzen sind die sogenannten Kannenpflanzen (Nepenthes-Arten) dadurch besonders ausgezeichnet, daß sie in eigenartigen Kannen eine Flüssigkeit ausscheiden, welche Verdauungsfermente enthält, und in der die angelockten Insekten ertrinken und verdaut werden. Trotzdem kommen nach den Beobachtungen zahlreicher Forscher in der Flüssigkeit Tiere vor, die Jensen als „Eingeweidewürmer" der Pflanze bezeichnet hat. Es sind dies Larven von Insekten, so Culiciden (vgl. Abb. 275) und anderen Dipteren, von Psychideen, ferner Nematoden und Milben. Diese wie Eingeweidewürmer blassen Tiere sind, wie Jensen nachgewiesen hat, wie jene Parasiten durch Antifermente gegen die Wirkung der von der Pflanze ausgeschiedenen Verdauungsfermente geschützt. Wir finden also bei den Pflanzenparasiten die entsprechenden Schutzanpassungen wie bei den Tierparasiten.

Die harmlosen Bewohner tierischer Körper werden wohl durch die Neutralisierung der auf sie einwirkenden Säfte ihres Wirtes mit Hilfe ihrer Antifermente sich die nötigen Lebensbedingungen sichern und in der Regel ohne bedeutenden Schaden für ihren Wirt in dessen Körper hausen können. Nun haben wir aber vorher gesehen, daß sehr viele Parasiten in ihrem Körper Substanzen produzieren, welche ihrem Wirt schädlich sein können und es zum Teil nachgewiesenermaßen sind. Entgegen solchen schädlichen Substanzen produzieren nun die Wirtstiere Gegensubstanzen, Antikörper der verschiedensten Art. Die Antikörper, welche der Wirt hervorbringt, scheinen nicht ausschließlich gegen die vom Parasiten erzeugten Gifte sich zu richten, sondern gegen dessen ganzen Körper. Wir wissen ja, daß artfremdes Eiweiß und artfremde Zellen, wenn sie in einen Organismus hineingebracht werden, von demselben bekämpft und womöglich vernichtet und aufgelöst werden. So muß sich also zwischen dem Wirt und dem Parasiten ein Kampf entspinnen, welcher in der Hauptsache mit chemischen Waffen ausgefochten wird. Gegen jeden schädlichen Stoff, welchen der eine

Digitized by Google

hervorbringt, liefert der andere ſeinen Schutzſtoff, und man hat tatſächlich ſchon nachgewieſen, daß Paraſiten gegen die Antikörper des Wirtes ſich zu immuniſieren, d. h. alſo einen Anti-Antikörper zu produzieren vermögen. Wir können natürlich an dieſer Stelle auf die intereſſanten Probleme, die ſich an dieſe Tatſachen anſchließen, nicht näher eingehen. Es genügt, auf ſie hingewieſen und darauf aufmerkſam gemacht zu haben, daß der Paraſitismus im Tierreich ein Gebiet voll von wichtigen Fragen, die noch der Bearbeitung harren, darbietet.

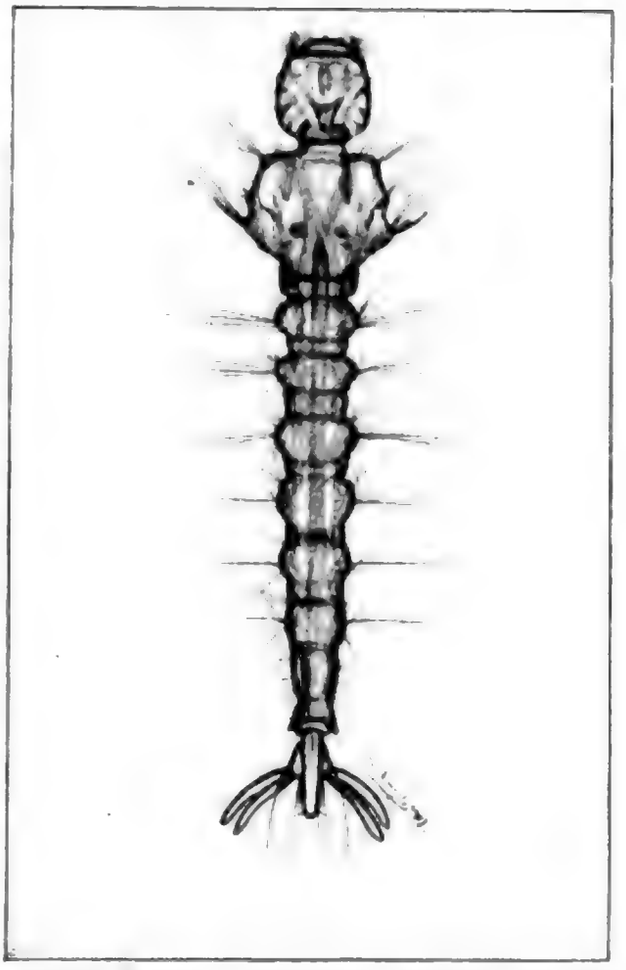


Abb. 275. Larve der Anophelide Ficalbia Dofleini Gthr. aus der Kanne von Nepenthes destillatoria aus Ceylon. Vergr. 15 mal. Nach Günther.

Bei den ſtändigen Paraſiten der meiſten Tierarten hat der Kampf der beiden Organismen typiſcherweiſe zu einem labilen Gleichgewicht geführt. Zwar muß noch jedesmal die Geſamtheit der Keime, wenn ſie in einen Wirt einzudringen ſuchen, einen neuen Kampf auskämpfen. Aber die Paraſitenart hat im Lauf früherer Generationen die Angriffswaffen erworben, welche es ihr ermöglichen, im Körper ihres Wirtes auszuharren. Immerhin werden ſich die verſchiedenen Keime verſchieden verhalten, und es wird ſich ein heftiger Kampf ums Daſein entſpinnen, bei welchem viele Paraſitenkeime, die bereits den mühſeligen Weg bis zum Körper des Wirtsorganismus und bis in denſelben hinein zurückgelegt haben, noch zugrunde gehen. Als Anzeichen davon finden wir nicht ſelten halb aufgelöſte und zerſtörte Reſte von Paraſiten im Wirtskörper. Beſonders gegen die Gewebeparſiten werden auch die ſichtbaren Hilfsmittel des Körpers mobiliſiert; Entzündung und Eiterung und intenſive Freßtätigkeit der Phagocyten ſtellen lokale Reaktionen auf eingedrungene Paraſiten dar. Alle die in Betracht kommenden Tätigkeiten der Zellen und Gewebe des Wirtes ſind offenbar mehr noch als durch die mechaniſchen Verletzungen durch den Reiz ausgelöſt worden, den die vom Paraſiten ausgeſchiedenen Subſtanzen ausüben. So ſehen wir denn auch vielfach die Gewebe des Wirtes in Wucherung geraten und den Paraſiten in bindegewebige Kapſeln einſchließen. Dieſe Kapſelbildung ſtellt eine offenbare Abwehrreaktion des befallenen Körpers dar und in vielen Fällen auch eine ſehr erfolgreiche Abwehrreaktion. Die Kapſeln, in welche die Trichinen eingeſchloſſen werden (Abb. 271, 5—7, S. 316), können im Lauf der Jahre durch Kalkeinlagerungen verhärten. Und auch die koſtbaren Perlen, welche den Bandwurm der Perlmuſchel als prachtvolle Sarkophage einſchließen, ſind ja ſolche verkalkte Abwehrhüllen, die den Paraſiten umſchließen (vgl. S. 318 u. 319). Zwar können oft Paraſiten in abgekapſeltem Zuſtand viele Jahre lang in ihrem Wirt exiſtieren, bis ſie bei deſſen Tod in einen andern Organismus gelangen oder mit ihm zugrunde gehen. Aber ſehr häufig findet man in den Kapſeln nur mehr ſpärliche Reſte der durch die Abwehrreaktion des Wirtes getöteten und aufgelöſten Paraſiten.

Digitized by Google

Naturgemäß muß der Kampf zwischen Wirt und Parasit hin und her schwanken. Und so sehen wir denn in vielen Fällen, wenn die Einwirkung des Parasiten auf den Wirt eine sehr intensive ist, den letzteren mehr oder minder schwer erkranken. Die Erkrankung kann lokaler Natur sein, indem sie sich in Gewebezerstörung oder Zellvernichtung äußert. Sie kann aber auch allgemeiner Natur sein, wenn entweder die zerstörten Körperbestandteile von großer Lebenswichtigkeit sind, oder wenn die vom Parasiten produzierten Stoffe das normale Funktionieren des Körpers und seiner Organe nachteilig beeinflussen.

Ich erinnere noch einmal an die Fiebererscheinungen, welche bei Malaria auftreten, an die schweren Gehirnschädigungen, welche die Schlafkrankheit mit sich bringt, an die an Epilepsie erinnernden Krampfanfälle, die durch manche parasitischen Würmer ausgelöst werden. Die eigentümlichen, zu den Krebsen gehörigen Rhizocephalen bewirken bei den von ihnen befallenen Krabben eine ganz merkwürdige Erscheinung, welche man als parasitäre Kastration bezeichnet. Die Aussaugung durch den Parasiten hat nämlich bei dem Wirt eine vollkommene Rückbildung der Geschlechtsorgane zur Folge. Die Kastration hat auch auf das äußere Aussehen der Tiere einen Einfluß, indem sekundäre Geschlechtsmerkmale, wie z. B. die Form des Hinterleibs, stark verändert werden. Der Hinterleib des männlichen Tieres nimmt eine Form an, die derjenigen des weiblichen Tieres sehr ähnlich wird. Parasitäre Kastration ist auch bei Wespen und Hummeln beobachtet worden, welche stylopisiert d. h. von kleinen parasitischen Insekten aus der Gattung Stylops befallen waren. Auch sonst im Tierreich kennt man Fälle, in denen die Wirkung der Parasiten sich besonders intensiv an den Geschlechtsorganen bzw. an deren mangelhafter Entwicklung zeigt. Ist der Kampf zwischen dem Parasiten und seinem Wirt gut ausbalanciert, so wird der Parasit in seinem Wirte leben können, ohne denselben in lebensgefährlicher Weise zu schädigen. Er hat sozusagen ein Interesse daran, daß sein Wirt möglichst lange am Leben bleibt; denn in der Mehrzahl der Fälle muß er ja mit ihm sterben. Nur in einzelnen besonderen Fällen ist die Verbreitung des Parasiten durch den Tod des Wirtes bedingt, so daß dessen Tötung im Interesse des Parasiten liegt. In der Regel aber können wir diejenigen Parasiten, welche schwere Krankheiten erregen oder ihren Wirt töten, als Parasiten bezeichnen, welche übers Ziel hinausgehen. Die Angriffs- und Verteidigungswaffen, die ihnen gegen ihren Wirt zur Verfügung stehen, werden von ihnen in zu intensiver Weise angewendet. Entweder treten sie infolge exzessiver Produktion in zu großen Massen in einem Wirt gleichzeitig auf, oder sie produzieren die Substanzen, welche nur ihr Lebendbleiben im Wirtsorganismus garantieren sollen, in einer Menge und Konzentration, welche das Haus, das sie sich gebaut haben, wieder einreißt.

3. Kapitel.

B. Organismen als Feinde der Tiere.

(Das Tier im Kampf gegen seine Verfolger.)

Die letzten Kapitel haben uns gezeigt, daß der Kampf ums Dasein bei den Tieren vielfach in der Hauptsache ein Kampf um die Nahrung ist. Am meisten und leichtesten wird dies beobachtet, wenn wir sehen, wie ein Tier, vor allem ein Raubtier, mit seinem Beutetier kämpft und dies sich gegen seinen Angreifer wehrt. Da sehen wir die einzelnen Arten mit den mannigfaltigsten Waffen zu Angriff und Verteidigung ausgestattet. Als

Digitized by Google

wir die Ernährung der Tiere behandelten, haben wir die zur Beſchaffung der Nahrung notwendigen Angriffswaffen bereits beſprochen; bei vielen Tieren müſſen dieſelben natürlich auch als Verteidigungswaffen gegen ſtärkere Gegner dienen.

Häufig ſehen wir die Anpaſſungen der Raubtiere und der Beutetiere in der intimſten Weiſe aufeinander abgeſtimmt, und wir haben oft den Eindruck, als ob die Angriffs- und Verteidigungswaffen der beiden Gruppen ſich gegenſeitig zu überbieten verſuchten. Während die Anpaſſung gegen die Allerlei- und Wahlfreſſer ſchützt, hilft ſie nichts gegen die auch hier uns entgegentretenden Spezialiſten.

Die Beobachtung der blutigen Kämpfe, welche Raubtiere mit ihren Beutetieren führen, veranlaßt uns eine naheliegende Frage aufzuwerfen. Gibt es überhaupt Tiere, welche andere ohne Bedürfnis töten, gibt es alſo richtige Mörder unter den Tieren, welche aus reiner Mordluſt, ohne daß der Hunger oder die Angſt ſie beherrſcht, das Leben anderer Tiere vernichten? Es finden ſich in der Literatur vor allen Dingen in den Werken der Reiſenden in exotiſchen Gegenden zahlreiche Berichte über Raubtiere, welche in Viehherden furchtbare Gemetzel anrichten. So wird von dem afrikaniſchen Leoparden und dem ſüdamerikaniſchen Puma und Jaguar berichtet, daß ſie Viehherden bei Nacht überfallen und eine große Anzahl von Tieren töten, während ſie nur eines davon als Beute davonſchleppen, ähnliches wird aus den kalten Gegenden der Erde von den Wölfen berichtet. Und jeder von uns hat es ſchon einmal erlebt, daß ein Hühnerſtall durch die „Mordluſt" eines Marders, eines Wieſels oder einer Viverre verödete. Kann man aus der Tatſache, daß ein Raubtier zahlreiche Opfer mordet, nur eines aber von ihnen zu ſeiner Nahrung verwendet, höchſtens einige wenige ſeinen Jungen zuſchleppt, den Schluß ziehen, daß ein blutdürſtiger Inſtinkt das betreffende Tier beherrſcht? Unterſuchen wir genauer die Fälle, über welche berichtet wird, ſo handelt es ſich bei den Opfern einer Metzelei faſt immer um eine größere Anzahl von Tieren, welche in einer Hürde eingepfercht oder in einem Stall eingeſchloſſen ſind. Der Überfall erfolgt meiſtens in der Nacht: was liegt da näher als anzunehmen, daß der Räuber in der allgemeinen Verwirrung ſelbſt erſchreckt, blind um ſich wütet. In dem engen Raum verwunden ſeine furchtbaren Angriffswaffen zahlreiche Tiere ebenſo wie ſie die Wände zerkratzen und die Zäune zerreißen.

Auch iſt es bekannt, daß räuberiſche Tiere in wildreichen Gegenden ihre Opfer töten, um nur kleine Stücke vom Fleiſch oder gar nur das Blut zu genießen, während ſie den übrigen Kadaver den Hyänen, Schakalen, Geiern uſw. überlaſſen. W. H. Hudſon gibt z. B. für den Puma in La Plata an, daß er oft Hirſche tötet, um nur ein Stück aus der Bruſt zu freſſen oder das Blut zu ſaugen, und daß der Wanderfalke im ſelben Gebiet, der auch nur große Vögel anfällt, ihnen nur am Kopf Stücke Fleiſch abhackt oder das Gehirn auspickt. Wo aber Wild ſelten iſt, da konnte er beobachten, daß der Puma die Beute, an der er ſich einmal geſättigt hatte, unter Gras und Buſchwerk verbarg und für die nächſte Mahlzeit aufhob.

Immerhin mag in einzelnen Fällen ein Raubtier, von dem zuerſt erſchlagenen Opfer nicht befriedigt, unter einer Herde ſich eine andere beſſere Beute ausſuchen. Das wäre aber noch bei weitem nicht der Ausdruck einer Eigenſchaft, die wir mit dem Blutdurſt entarteter Menſchen vergleichen dürfen. Wir ſind nur zu ſehr geneigt, in Fällen, in denen irgendwelche Kräfte der Natur uns und unſerm Eigentum Schaden zufügen, den unperſönlichen Gewalten ähnliche Eigenſchaften zuzuſchieben, wie ſie etwa uns feindliche oder ſchädliche Menſchen beſitzen.

Wie werden doch vor allem Raubtiere, welche Menſchen töten, noch heutzutage von Kulturmenſchen gehaßt und beſchimpft. In früheren Zeiten ſtellte man ſie ſogar vor Ge-

Digitized by Google

Abfolge), namentlich in der Brut- und Balzzeit, bei Gefahr in neue oder aber wieder in bereits vorher eingenommene Stellungen übergehen. Die Bewegungen der Flügel sind dabei sehr verschieden, je nach der Art, der sie eben angehören mögen.

Eine Reihe von Vögeln (vgl. Bachstelzen), wie schon erwähnt, hat einen ausgesprochenen Wechsel zwischen Lauf- und Flugbewegung. Andere, wie Hühner, Tauben, Enten, Gänse, Schwäne, Reiher, Störche, Kraniche, Rallen, Trappen, Strauße, Kasuare, Emus, Kiwis, Moas, Dronten, Pinguine, Alken, Lappentaucher, Steißfüße, Seetaucher, Sturmvögel, Albatrosse, Möven, Seeschwalben, Lummen, Papageitaucher, Papageien, Kuckucke, Spechte, Eisvögel, Bienenfresser, Racken, Hopfe, Nashornvögel, Wiedehopfe, Segler, Nachtschwalben, Eulen, Nachtschwalben, Schwalben, Pirole, Würger, Raben, Stare, Paradiesvögel, Meisen, Lerchen, Grasmücken, Drosseln, Zaunkönige, Kleiber, Baumläufer, Wasseramseln, Pieper, Zeisige, Finken, Ammern, Webervögel, Kolibris, Nektarvögel, Honigfresser, Leierschwänze, Paradieswürger, Schmuckvögel, Schnäpper, Fliegenschnäpper, Pipras, Schirmvögel, Schnurrvögel, Manakins, Kotingas, Lyrafasanen, Hühnervögel, Tauben, Flamingos

Ihre Briefe sind wirklich ein wahres Labsal, und es ist gar Manches darin enthalten, was mir zu Herzen geht. Ich habe Ihnen noch nicht gedankt für Ihren Brief vom 15. Juli, weil ich Ihnen gleich darauf einen Brief schreiben wollte, der aber nicht geschrieben wurde, weil ich nicht wußte, wohin ich ihn adressiren sollte. Ich hoffe, daß Sie mir Ihre Adresse bald wieder mittheilen werden. Wenn Sie wüßten, wie mir Ihre Briefe wohlthun, Sie würden mir gewiß recht oft schreiben. Ich habe Ihnen noch nicht gedankt für Ihren Brief vom 15. Juli, weil ich Ihnen gleich darauf einen Brief schreiben wollte, der aber nicht geschrieben wurde, weil ich nicht wußte, wohin ich ihn adressiren sollte. Ich hoffe, daß Sie mir Ihre Adresse bald wieder mittheilen werden. Wenn Sie wüßten, wie mir Ihre Briefe wohlthun, Sie würden mir gewiß recht oft schreiben. Ich habe Ihnen noch nicht gedankt für Ihren Brief vom 15. Juli, weil ich Ihnen gleich darauf einen Brief schreiben wollte, der aber nicht geschrieben wurde, weil ich nicht wußte, wohin ich ihn adressiren sollte. Ich hoffe, daß Sie mir Ihre Adresse bald wieder mittheilen werden. Wenn Sie wüßten, wie mir Ihre Briefe wohlthun, Sie würden mir gewiß recht oft schreiben. Ich habe Ihnen noch nicht gedankt für Ihren Brief vom 15. Juli, weil ich Ihnen gleich darauf einen Brief schreiben wollte, der aber nicht geschrieben wurde, weil ich nicht wußte, wohin ich ihn adressiren sollte. Ich hoffe, daß Sie mir Ihre Adresse bald wieder mittheilen werden. Wenn Sie wüßten, wie mir Ihre Briefe wohlthun, Sie würden mir gewiß recht oft schreiben.

2. Das Weihnachts- der Kinder- Fest.

Die deutsche Weihnachtsfeier ist eine Tafel, die in all' ewig alle Himmel ist. Sie ist ein Fest, das Gott selbst gestiftet hat, als er seinen Sohn zu uns sandte. Sie ist ein Fest, das Gott selbst gestiftet hat, als er seinen Sohn zu uns sandte. Sie ist ein Fest, das Gott selbst gestiftet hat, als er seinen Sohn zu uns sandte.

Die deutsche Weihnachtsfeier ist eine Tafel, die in all' ewig alle Himmel ist. Sie ist ein Fest, das Gott selbst gestiftet hat, als er seinen Sohn zu uns sandte. Sie ist ein Fest, das Gott selbst gestiftet hat, als er seinen Sohn zu uns sandte. Sie ist ein Fest, das Gott selbst gestiftet hat, als er seinen Sohn zu uns sandte.

Die deutsche Weihnachtsfeier ist eine Tafel, die in all' ewig alle Himmel ist. Sie ist ein Fest, das Gott selbst gestiftet hat, als er seinen Sohn zu uns sandte. Sie ist ein Fest, das Gott selbst gestiftet hat, als er seinen Sohn zu uns sandte. Sie ist ein Fest, das Gott selbst gestiftet hat, als er seinen Sohn zu uns sandte.

Fiſche bieten uns intereſſante Beiſpiele für den Gegenſatz zwiſchen den zwei hier angedeuteten Kategorien von Tieren, wenn wir etwa einen pelagiſchen Fiſch, z. B. eine Makrele, mit einem Bodenfiſch, z. B. einer Scholle, vergleichen. Während die Makrele ins Weite flieht, ſucht die Scholle nach einer kurzen Fluchtbewegung ſich in ihrer Art zu verbergen.

Bei den in die Weite fliehenden Tieren erfolgt die Flucht nun nicht etwa immer in einer geradlinigen Richtung, ſondern die Tiere benützen entſprechend ihren ſonſtigen Lebensgewohnheiten die jeweiligen Vorteile des Geländes, Landtiere vermeiden das Waſſer, Waſſertiere das Land, Steppentiere den Sumpfboden, Felſentiere den Boden der Steppe, Baumtiere vermeiden den Abſtieg uſw. Doch gilt das nicht durchaus, in der äußerſten Erregung und Angſt fliehen die Tiere nicht ſelten in eine für ſie ungeeignete und ungewohnte Umgebung. Wer erinnert ſich nicht an das Bild des Hirſches, der bei der Parforcejagd gehetzt, ſeine letzte Zuflucht im Waſſer ſucht? So können auch Gemſen etwa in Oberbayern aus dem Gebirge in die Hochebene geraten, die fliegenden Fiſche ſpringen an Bord der Dampfer, und Singvögel, vom Sperber verfolgt, fliehen in die Wohnungen des Menſchen.

Nicht alle Formen verlaſſen ſich ausſchließlich auf die Schnelligkeit ihrer Bewegungen, um ihrem Feind zu entrinnen, nicht ſelten ändern die Tiere in beſtimmter Weiſe mehr oder minder plötzlich die Richtung ihrer Flucht, um dadurch den Gegner zu täuſchen und ihn Kraft und Schnelligkeit verlieren zu machen. So ſchlägt der Haſe ſeinen Haken, d. h. er ändert plötzlich in ſcharfem Winkel die Richtung ſeiner Flucht, und der Kiebitz und manche Schnepfenvögel führen einen eigenartigen Zickzackflug aus. Vom ſüdamerikaniſchen Strauß (Rhea americana Darwinii) wird berichtet, daß er durch die ausgebildete Taktik ſeiner Flucht die größten Anforderungen an die Schnelligkeit der Pferde und die Überlegung und Gewandtheit der Gauchos ſtellt, die ihn mit geſchwungenen Bolas verfolgen. So ſuchen dieſe Tiere durch Anwendung von „Liſt“ die Überlegenheit ihres Gegners auszugleichen. Viele Tiere beginnen ihre Flucht ſchon mit einer eigenartigen ruckweiſen Bewegung, welche zum Fluchtreflex gehört und mit ihm automatiſch verknüpft iſt. Viele Krebſe ſchnellen ſich plötzlich rückwärts, Krabben führen ihre überraſchenden Seitwärtsbewegungen, Heuſchrecken und Zikaden ihre weiten Sprünge aus. Dieſe Bewegungen ſind durch vielerlei Übergänge mit den unten beſprochenen Schreckreaktionen verbunden.

Ganz anders als alle bisher erwähnten verhalten ſich die trägen, langſamen Tiere, deren Sinnesorgane weniger hoch ausgebildet ſind, und deren Inſtinkte eine einſeitigere Differenzierung aufweiſen. Alle dieſe Formen haben ſchon während des gewöhnlichen Lebens abgemeſſene, vorſichtige Bewegungen, ihre Sinnesorgane laſſen ſie die Gefahr meiſt relativ ſpät wahrnehmen; wenn es geſchieht, dann iſt die geringe Kraft und Gewandtheit ihrer Gliedmaßen nicht mehr imſtande ſie zu retten. Sie müſſen andere Mittel anwenden, um den Verfolgern zu entgehen. Nehmen ſie irgend etwas Verdächtiges wahr, ſo werden ihre Bewegungen noch langſamer und vorſichtiger, ein Schreck veranlaßt ſie zu vollkommener Ruhe; manche Spinnen, Käfer und überhaupt Gliederfüßler ziehen erſchreckt ſo plötzlich die Beine an, daß ſie von der Pflanze oder jeweils dem Gegenſtand, auf dem ſie ſich befinden, herabfallen; am Boden angelangt, ſuchen ſie alsbald zu fliehen oder ſich zu verbergen. Ähnliches kommt auch bei höheren Tieren vor; ſo läßt ſich die Schlange Oxybelis acuminatus von den Äſten fallen und verſucht erſt vom Boden aus die Flucht.

Noch vollkommener iſt dieſe Gewohnheit, in der Bewegungsloſigkeit Schutz zu ſuchen, bei denjenigen Tieren ausgebildet, von denen man in der Regel ſagt, daß ſie „ſich tot ſtellen“. Wiederum ſind es viele Inſekten, von denen wir dieſe eigenartigen Formen der Schreckreaktion berichten können. Ich nenne nur die Käfer Anobium, Dermestes, die Coc-

Digitized by Google

1780, am 18. Juli in Karlsruhe, † 25. Dezember 1851, ebd. B. ihre ausgedehnte Sammlung von Gemälden, Kupferstichen, Handzeichnungen und Büchern.

Bassi, Laura Maria Caterina, italienische Gelehrte, * Bologna 29. Juni 1711, † ebd. 20. Febr. 1778; wurde 1732 Doktor der Philosophie und 1733 Professorin der Physik an der Universität Bologna. Sie war mit dem Arzt Giuseppe Veratti verheiratet und führte mit ihm ein Privatlaboratorium für Experimentalphysik.

Bassin [frz., spr. -ßäng], Becken, Wasserbecken; Hafenbecken; Bassin d'Arcachon [-arkaschóng], Bucht des Golfs von Biscaya, Frankreich, im Mündungsgebiet der Leyre, 50 km lang, bis 10 km breit, 180 qkm groß, mit Austern- und Muschelbänken; Bassin de Flot [- de flo], Flutbecken, Hafenbecken, das nur bei Flut Wasser hat; Bassin de Radoub [- de radúb], Trockendock, Reparaturbecken; Bassin de Retenue [- de retönü], Stauteich, Stauweiher, Wasserbehälter; Bassin de Roubaix [- de rubä], Steinkohlenbecken im Dep. Nord, Frankreich, 120 qkm groß, mit Roubaix, Tourcoing, Lille, Armentières, Lens, Douai, Valenciennes; Bassin de Saône-et-Loire [- de ßonn e loar], Steinkohlenbecken im Dep. Saône-et-Loire, Frankreich, 1000 qkm groß, mit Le Creusot, Montceau-les-Mines, Blanzy, Epinac, Autun, Chagny, Chalon-sur-Saône; Bassin de Versailles [- de werßaj], Steinkohlenbecken im Dep. Seine-et-Oise, Frankreich, 1000 qkm groß, mit Versailles, Rambouillet, Dourdan, Étampes, Corbeil, Montlhéry.

Bassin, Becken, Wasserbecken; Hafenbecken; Bassin d'Arcachon [-arkaschóng], Bucht des Golfs von Biscaya, Frankreich, im Mündungsgebiet der Leyre, 50 km lang, bis 10 km breit, 180 qkm groß, mit Austern- und Muschelbänken; Bassin de Flot [- de flo], Flutbecken, Hafenbecken, das nur bei Flut Wasser hat; Bassin de Radoub [- de radúb], Trockendock, Reparaturbecken; Bassin de Retenue [- de retönü], Stauteich, Stauweiher, Wasserbehälter; Bassin de Roubaix [- de rubä], Steinkohlenbecken im Dep. Nord, Frankreich, 120 qkm groß, mit Roubaix, Tourcoing, Lille, Armentières, Lens, Douai, Valenciennes; Bassin de Saône-et-Loire [- de ßonn e loar], Steinkohlenbecken im Dep. Saône-et-Loire, Frankreich, 1000 qkm groß, mit Le Creusot, Montceau-les-Mines, Blanzy, Epinac, Autun, Chagny, Chalon-sur-Saône; Bassin de Versailles [- de werßaj], Steinkohlenbecken im Dep. Seine-et-Oise, Frankreich, 1000 qkm groß, mit Versailles, Rambouillet, Dourdan, Étampes, Corbeil, Montlhéry.

Bassin [frz., spr. -ßäng], Becken, Wasserbecken; Hafenbecken; Bassin d'Arcachon [-arkaschóng], Bucht des Golfs von Biscaya, Frankreich, im Mündungsgebiet der Leyre, 50 km lang, bis 10 km breit, 180 qkm groß, mit Austern- und Muschelbänken; Bassin de Flot [- de flo], Flutbecken, Hafenbecken, das nur bei Flut Wasser hat; Bassin de Radoub [- de radúb], Trockendock, Reparaturbecken; Bassin de Retenue [- de retönü], Stauteich, Stauweiher, Wasserbehälter; Bassin de Roubaix [- de rubä], Steinkohlenbecken im Dep. Nord, Frankreich, 120 qkm groß, mit Roubaix, Tourcoing, Lille, Armentières, Lens, Douai, Valenciennes; Bassin de Saône-et-Loire [- de ßonn e loar], Steinkohlenbecken im Dep. Saône-et-Loire, Frankreich, 1000 qkm groß, mit Le Creusot, Montceau-les-Mines, Blanzy, Epinac, Autun, Chagny, Chalon-sur-Saône; Bassin de Versailles [- de werßaj], Steinkohlenbecken im Dep. Seine-et-Oise, Frankreich, 1000 qkm groß, mit Versailles, Rambouillet, Dourdan, Étampes, Corbeil, Montlhéry.

Fig. 1. Grundriß der Kirche von Alt-Hellefors (Schweden). Nach Dahlgren.

und Schiff, wie in der Kirche von Alt-Hellefors (Fig. 1), die Kirche Christus zu Ehren, die Sakristei dagegen der Jungfrau Maria geweiht. Die Kirche von Alt-Hellefors hat, wie alle diese neuen Kirchen, vor der großen Thürbogen in der Querachse des Schiffes eine Vorhalle, die Sakristei befindet sich, wie in der Kirche von Alt-Hellefors, links vom Altarraum. Die Art, wie einzelne Bauformen, wie die Kuppel über dem Chor, die Fenster, die Portale, die Gesimse, die Dachgestaltung, behandelt sind, ist ganz neuen Geistes (Fig. 2). Ähnlich ist es mit der Ausstattung, deren Einzelheiten, wie Kanzel, Taufstein, Altar, Gestühl, Orgel, Beleuchtungskörper, Wandbekleidung, Fußboden, Glasmalereien, Wandmalereien, Bildwerke, Grabdenkmäler, Gedenktafeln, Wappen, Fahnen, Waffen, Gedenkbücher, Kirchenbücher, Kirchenrechnungen, Kirchenordnungen, Kirchenbibliothek, Kirchenschatz, Kirchenglocken, Kirchhof, Kirchhofsmauer, Leichenhaus, Kapelle, Begräbnisstätten, Gruftkirchen, Grabmäler, Kirchhofsbäume, Kirchhofsgärten, Kirchhofsanlagen, Kirchhofsordnungen, Kirchhofsbücher, Kirchhofsrechnungen, Kirchhofsbibliothek, Kirchhofsschatz, Kirchhofsglocken

kannt ist seine Kirche.

Die Kirche ist ein Bau
des 13. Jahrhunderts,
der in seinem Innern
einiges Sehenswerte
enthält. Vor allem ist
hervorzuheben der
Taufstein aus Bronze
Kopfhaus. Die Kanzel
ist ein Werk der Re-
naissance. Sehenswert
ist auch der Altar der
Kirche. Er stammt aus
dem Jahre 1520 und
ist ein Werk des Bild-
schnitzers Hans Leinberger. Der Altar ist
ein Flügelaltar. Die Mittelfigur stellt die
Madonna dar, die von zwei Heiligen flan-
kiert wird. Die Figuren sind sehr gut ge-
arbeitet. Sie sind in Lebensgröße gehalten.
Auf der Predella sind Szenen aus dem Le-
ben Jesu dargestellt. Die Predella ist ein
Werk des Meisters Hans Leinberger. Der
Altar ist ein Werk der Spätgotik. Er ist
sehr gut erhalten. Er ist ein Werk, das
man gesehen haben muß.

Der Altar in der Kirche zu Kopfhaus.

Ein Werk, das man gesehen haben muß, ist auch das Schloß Kopfhaus. Es ist ein Bau des 16. Jahrhunderts. Es ist ein Werk der Renaissance. Es ist ein Bau, der in seinem Innern einiges Sehenswerte enthält. Vor allem ist hervorzuheben der Rittersaal. Er ist ein Werk der Renaissance. Er ist ein Saal, der in seinem Innern einiges Sehenswerte enthält. Vor allem ist hervorzuheben der Kamin. Er ist ein Werk der Renaissance. Er ist ein Kamin, der in seinem Innern einiges Sehenswerte enthält. Vor allem ist hervorzuheben der Kaminaufsatz. Er ist ein Werk der Renaissance. Er ist ein Kaminaufsatz

Bot. Museum Leaflets (Harv. Univ.) Vol. 1, No. 1, pl. 1, 1932

ameisen-Arten gegeben haben. Die Ameisen-Arten sind: Polyergus rufescens Latr., Formica fusca L., Formica rufibarbis F., Formica cinerea Mayr, Formica sanguinea Latr. und Formica pratensis Retz. Die Ameisen-Arten sind in der Reihenfolge ihrer Stärke aufgeführt. Die Kolonie der Polyergus rufescens Latr. ist die stärkste, die der Formica pratensis Retz. die schwächste und kleinste. Die Kolonien sind nach Möglichkeit gleich groß gewählt worden.

Abb. 1. Polyergus rufescens Latr. Weibchen. Nach Wasmann, Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen.

Die Kolonien sind in der Weise gebildet worden, daß zu verschiedenen Malen aus den Puppenkisten von Formica rufa Nester frei ausgegraben wurden, in denen Mischkolonien von Formica fusca L. und Formica rufibarbis F. vorhanden waren. Diese Nester wurden, wie Wasmann (1894) und Forel (1902) angeben, in der Nähe von Nestern der Polyergus rufescens Latr. gefunden. Die Kolonien wurden in die Nähe der Polyergus-Nester gebracht, wobei sich die Mischkolonien von Formica rufibarbis und Formica fusca L. mit den Polyergus-Ameisen vereinigten. Diese Kolonien wurden dann in verschiedene Beobachtungsnester übergeführt.

Die Kolonien sind mit der Zeit immer mehr durch Anfang Beobachtungen zu Nestern vereinigt worden, die aus Gips, Ton und Glas bestehen. Diese Nester sind in der Größe verschieden. Die Nester sind so eingerichtet, daß sie mit Wasser gefüllt werden können. Die Nester sind mit Deckgläsern versehen, damit man die Ameisen bei ihrer Arbeit beobachten kann. Die Nester sind so eingerichtet, daß sie in der Nähe der Nester der Polyergus rufescens Latr. aufgestellt werden können. Die Nester sind mit Erde gefüllt, damit die Ameisen ihre Gänge graben können. Die Nester sind mit Steinen, Holz und Moos versehen, damit die Ameisen ihre Nester bauen können. Die Nester sind mit Wasser gefüllt, damit die Ameisen ihre Nester bauen können. Die Nester sind mit Erde gefüllt, damit die Ameisen ihre Nester bauen

Fig. 8. Ruins of Ancient Temple, Tiahuanaco.

Digitized by Google

anderen Gefahren bewahrt zu sein? Dann könnte das Kokongitter als Schutz gegen alle möglichen Feinde immerhin noch recht wirksam sein, gegen Raubinsekten, den Stachel von Schlupfwespen und auch gegen den Schnabel kleinerer Vögel, welche die Berührung mit Gespinst und Raupenhaaren scheuen. Oder wären diese durchbrochenen Kokons nur als ein Erbteil von den Ahnen aufzufassen, ein nicht mehr notwendiger Schutz, den die konservative Kraft der Vererbung immerhin noch andeutungsweise beibehalten hat?

Auch unter den Wirbeltieren gibt es Beispiele für die Flucht in Verstecke, die die Tiere sich selbst angelegt haben. Eine ganze Reihe von Fischen, vor allem aus der Familie der Gobiiden, zeigen an Stelle der Brustflossen eine aus denselben hervorgegangene saugnapfähnliche Bildung. Mit derselben können sie sich an Steinen, auch an deren Unterseite ansaugen. Formen aus dieser Familie pflegen bei drohender Gefahr Löcher und Höhlen im steinigen Meeresboden aufzusuchen und sich da festzusaugen, so daß der Wellengang sie nicht herausspülen kann. Sie benützen nur natürliche Verstecke, während Aale, Neunaugen u. a. sich Löcher im Schlamme selbst graben.

Jeder von uns hat schon eine Schlange oder Eidechse beobachtet, die sich in „ihr Loch" flüchtete. Die großen Eidechsenarten der Galapagosinseln (vgl. S. 35 Abb. 12) bauen sich weite Höhlen in den Erdboden der Strandregion. Von den afrikanischen Eidechsen aus der Gattung Uromastix ist es bekannt, daß sie nicht nur Löcher, die sie selbst gegraben, bewohnen, sondern diese auch bei der Flucht mit ihrem eigentümlichen, kolbenförmigen, harten und dornigen Schwanz wie mit einem Pfropfen verschließen.

Vögel, welche Höhlennester bewohnen, benutzen diese auch vielfach bei drohender Gefahr als Zufluchtsort, so die Uferschwalben, Tropikvögel, die S. 275 besprochenen Erdeulen. Viel häufiger als bei den Vögeln dienen bei den Säugetieren die Bauten sowohl zum Schutz der Nachkommenschaft als auch den Eltern als Schlupfwinkel. Das kann man schon aus der ganzen Anlage dieser Bauten und besonders aus der Art und Weise erschließen, in welcher sie durch einen oder mehrere Zugänge erreichbar sind. Dachs und Fuchs haben ja stets an ihren Höhlen außer einem Haupteingang mehrere Notausgänge gegraben. Sehr interessant sind auch die Bauten von Murmeltieren und ihren Verwandten, so des nordamerikanischen Präriehundes (Cynomys). Dieser baut um den Ausgang seiner unterirdischen Höhle einen kleinen hartgestampften Hügel, auf diesem kann man die Tiere nicht selten beobachten, wie sie auf den Hinterbeinen stehen und Umschau halten. Naht irgendeine Gefahr, so stürzen sie sich kopfüber in den Gang, welcher in der Mitte des Hügels beginnt und zunächst mindestens 1 m weit senkrecht hinabführt, ehe er umbiegt. So kann das Tier sich direkt hinunterfallen lassen und ist nach wenigen Sekunden schon in Sicherheit.

Eines der niedersten Säugetiere, das australische Schnabeltier (Ornithorhynchus anatinus), baut nach Semon eine Höhle mit komplizierter Eingangsanlage. Das Tier, welches im Bau seiner Füße und seines Schnabels sehr an eine Ente erinnert, findet ähnlich wie diese seine Nahrung im Wasser. Am Boden von Gewässern im Schlamme grundelnd, sucht es hauptsächlich nach kleinen Süßwassermuscheln, und zwar ist es meist nachts unterwegs. Der Bau ist am Ufer des Wassers angelegt, an einer Stelle, an welcher das Ufer in Form einer Böschung steil abfällt. Der Hauptteil der Wohnung besteht aus einem „Kessel", welcher sich zwei und mehr Meter von der Oberfläche entfernt befindet, so hoch gelegen, daß das Wasser bei normalem Stand nicht eindringen kann. Zu ihm führt ein ziemlich grad verlaufender Gang, welcher an der Böschung meist an einer durch Gebüsch verdeckten Stelle oberhalb des Wasserspiegels ausmündet (Abb. 284). Dieser Gang gabelt sich ungefähr in der Mitte seines unterirdischen Verlaufs und entsendet einen Zweiggang,

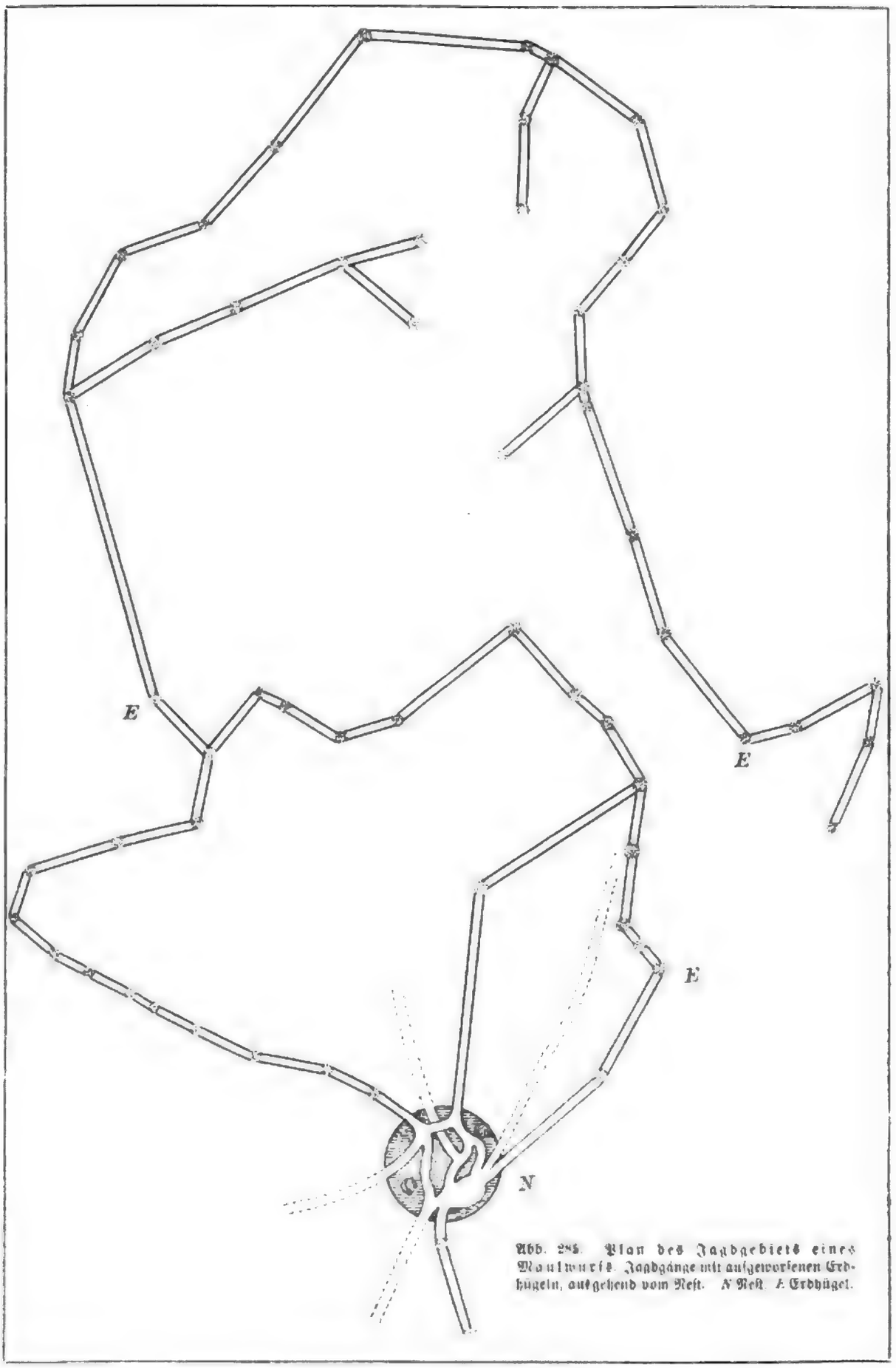


Abb. 285. Plan des Jagdgebiets eines Maulwurfs. Jagdgänge mit aufgeworfenen Erdhügeln, aufgehend vom Nest. N Nest. E Erdhügel.

Digitized by Google

Schiff, das zum Flug von und nach Fort Victoria [Fort Victoria, Rhodesien] bestimmt ist.

Bei Fort Victoria [Fort Victoria, Rhodesien] ist ein Flugplatz für Verkehrsflugzeuge. Es ist nicht möglich, daß ein Flugzeug, das von Europa kommt, direkt nach Fort Victoria fliegt. Es muß in Salisbury [Salisbury, Rhodesien] zwischenlanden. Dort ist der nächste Flugplatz, der einen Zollschuppen hat. Von Salisbury aus kann das Flugzeug dann nach Fort Victoria fliegen.

Ein Schiff, das zum Flug von und nach Fort Victoria bestimmt ist, ist also ein Schiff, das Flugzeuge von Europa nach Salisbury bringt. Dort werden die Flugzeuge ausgeladen und fliegen nach Fort Victoria. Ein Schiff, das zum Flug von und nach Fort Victoria bestimmt ist, ist also ein Schiff, das Flugzeuge nach Salisbury bringt.

Schiff, das zum Flug von Kapstadt nach Europa bestimmt ist.

Bei Kapstadt [Kapstadt, Südafrika] ist ein Flugplatz für Verkehrsflugzeuge. Es ist nicht möglich, daß ein Flugzeug, das von Europa kommt, direkt nach Kapstadt fliegt. Es muß in Johannesburg [Johannesburg, Südafrika] zwischenlanden. Dort ist der nächste Flugplatz, der einen Zollschuppen hat. Von Johannesburg aus kann das Flugzeug dann nach Kapstadt fliegen.

Ein Schiff, das zum Flug von Kapstadt nach Europa bestimmt ist, ist also ein Schiff, das Flugzeuge von Europa nach Johannesburg bringt. Dort werden die Flugzeuge ausgeladen und fliegen nach Kapstadt. Ein Schiff, das zum Flug von Kapstadt nach Europa bestimmt ist, ist also ein Schiff, das Flugzeuge nach Johannesburg bringt.

Schiff, das zum Flug von und nach Fort Victoria bestimmt ist

FIG. 27. Diagrammatic representation of the development of the cranial sutures. A, Newborn; B, 3 months; C, 6 months; D, 9 months; E, 12 months; F, 15 months; G, 18 months; H, 21 months; I, 24 months; J, 27 months; K, 30 months; L, 33 months; M, 36 months; N, 39 months; O, 42 months; P, 45 months; Q, 48 months; R, 51 months; S, 54 months; T, 57 months; U, 60 months; V, 63 months; W, 66 months; X, 69 months; Y, 72 months; Z, 75 months.

System von Gängen in dem Hügel selbst. Diese Gänge sind nach Adams, dessen Darstellung mir am meisten Wahrscheinlichkeit zu besitzen scheint und am meisten meinen Erfahrungen entspricht, entstanden, während der Maulwurf am Nest und den verschiedenen Gängen baute. Sie dienten dazu, um die überschüssige Erde beiseite zu schaffen. Sehr häufig findet man im Hügel einen oder mehrere spiralig verlaufende Gänge; nicht selten sind die verschiedenen Umgänge derselben durch Querschächte miteinander verbunden.

So kann gelegentlich auch jene komplizierte Anordnung entstehen, welche vielfach auf Grund der Angaben älterer Autoren, besonders von St. Hilaire, als typisch angegeben wird, nämlich zwei zirkuläre Gänge, einer im oberen Teil, der andere in der Basis des Hügels und zwischen ihnen eine Anzahl radiärer Verbindungen (vgl. Abb. 287 F).

Eine weitere Komplikation können länger bewohnte Bauten dadurch erhalten, daß z. B. bei steigendem Grundwasser der Maulwurf das eigentliche Nest nach oben verlegt, so daß man zwei oder noch mehr Nestanlagen übereinander findet (Abb. 287 E). Das unterste, verlassene Nest ist das ältere, das oberste, das neueste, ist in Benützung. Solche Neubauten haben auch Veränderungen der Gänge zur Folge, neue Fluchtgänge usw. müssen angelegt werden.

Viele Tiere, die Höhlen bewohnen, wie Fledermäuse, Bären oder die Baumlöcher aufsuchenden Marder, üben keine eigene Bautätigkeit aus.

2. Die körperlichen Schutzanpassungen.

a) Äussere Schutzanpassungen.

Ähnlich wie bei den Pflanzen so besteht auch bei den Tieren der Schutz gegen Feinde in seiner einfachsten Form in einer harten widerstandsfähigen Körperoberfläche oder Hülle. So finden wir denn Tiere aus allen Gruppen durch Panzer oder Gehäuse in vielfältiger Weise geschützt. Schon die Protozoen liefern uns Beispiele für die verschiedenen Modifikationen, welche dieses Schutzmittel erfahren kann. Die Foraminiferen besitzen kräftige Kalkskelette; die Radiolarien meist zarte Kieselskelette. Bei beiden Gruppen kann der empfindliche Plasmakörper in das Gehege des Panzers zurückgezogen

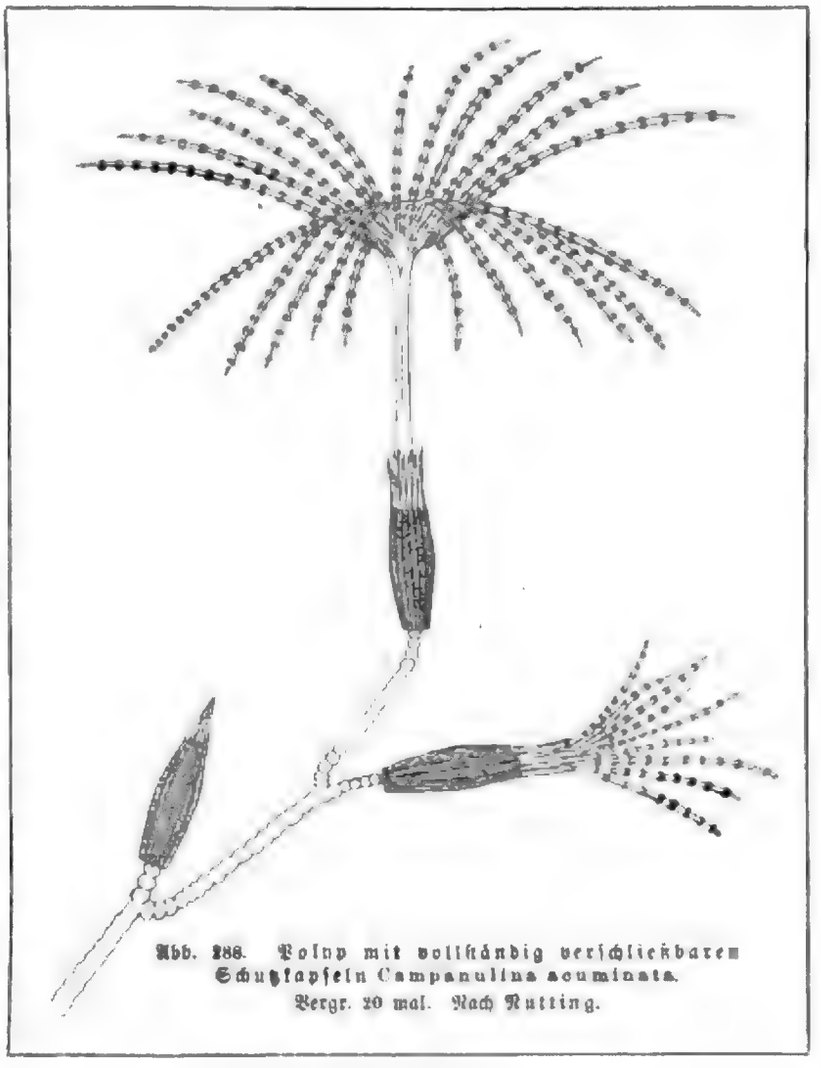


Abb. 288. Polyp mit vollständig verschließbaren Schutzklappen Campanulina acuminata. Vergr. 20 mal. Nach Rutting.

Digitized by Google

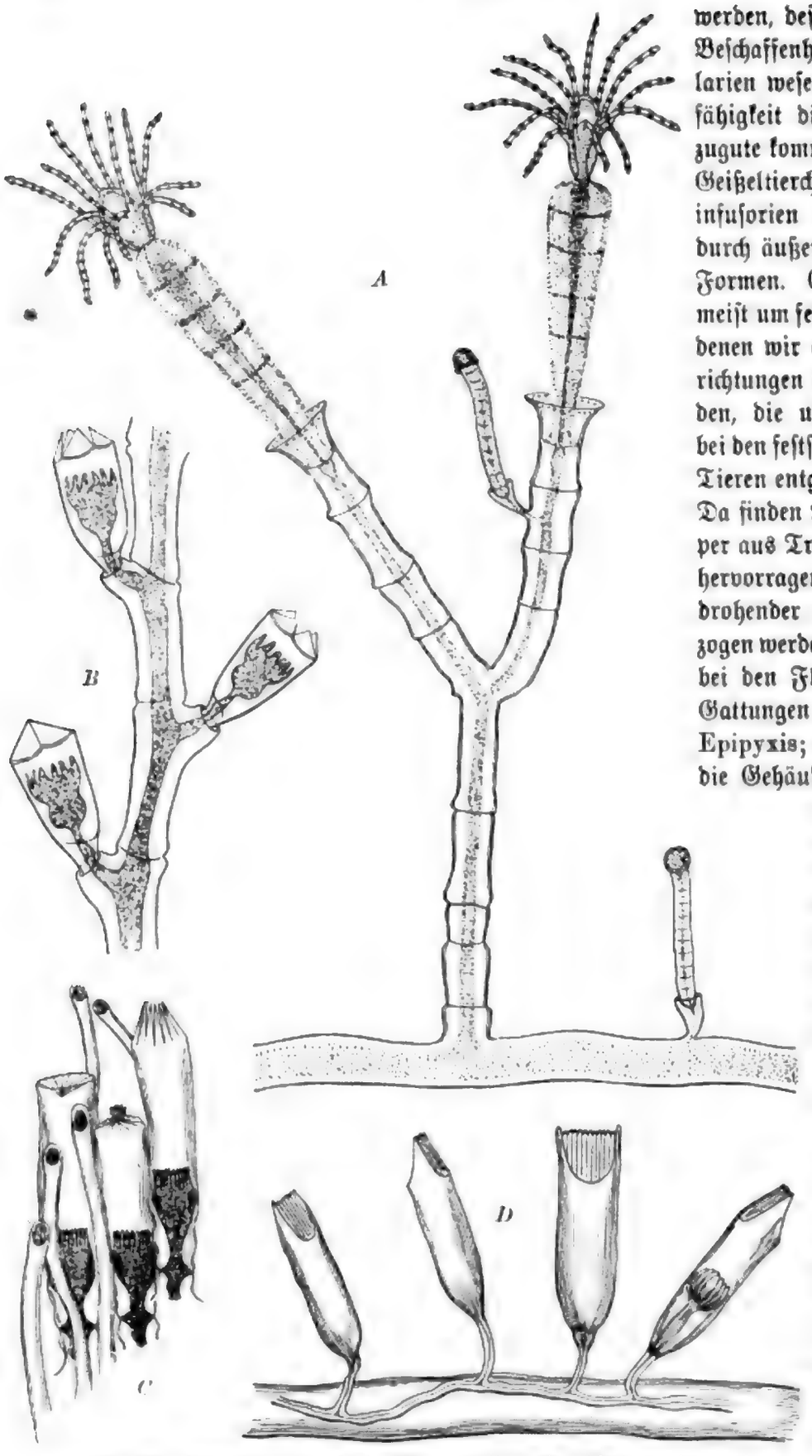


Abb. 289. Schutzkelch- und Deckelbildung bei marinen Hydropolypen.
A Ophiodes mirabilis; *B* Thyroscyphus regularis; *C* Lafoëina maxima; *D* Stegopoma fastigiatum. Stark vergr. Nach Nutting, Marktanner, Hincks und Orig.

werden, deſſen feine ſtachelige Beſchaffenheit bei den Radiolarien weſentlich der Schwebfähigkeit dieſer Planktontiere zugute kommt. Auch unter den Geißeltierchen und Wimperinfuſorien finden wir viele durch äußere Hüllen geſchützte Formen. Es handelt ſich da meiſt um feſtſitzende Tiere, bei denen wir alle jene Schutzeinrichtungen ſchon vertreten finden, die uns ſogleich wieder bei den feſtſitzenden vielzelligen Tieren entgegentreten werden. Da finden wir die zarten Körper aus Trichtern und Kelchen hervorragend, in welche ſie bei drohender Gefahr zurückgezogen werden können, wie z. B. bei den Flagellaten aus den Gattungen Dinobryon und Epipyxis; nicht ſelten können die Gehäuſe durch kunſtvolle Deckel verſchloſſen werden, wie bei den Infuſorien aus den Gattungen Cothurnia und Lagenophrys. Bei der Beſprechung der ſeſſilen Tiere haben wir früher ſchon erwähnt, daß das Schutzbedürfnis derſelben bei den verſchiedenſten Gruppen übereinſtimmende Anpaſſung zur Folge gehabt hat. So finden wir denn bei den Hydroidpolypen, bei den Korallen der verſchiedenſten Gruppen,

Digitized by Google

bei den Moostierchen, den Seescheiden und den Röhrenwürmern Gehäuse, Röhren, Panzer, Deckelbildungen, welche uns die ungeheure Variabilität der Schutzanpassungen vor Augen führen. Einige Abbildungen werden uns das besser demonstrieren als viele Worte.

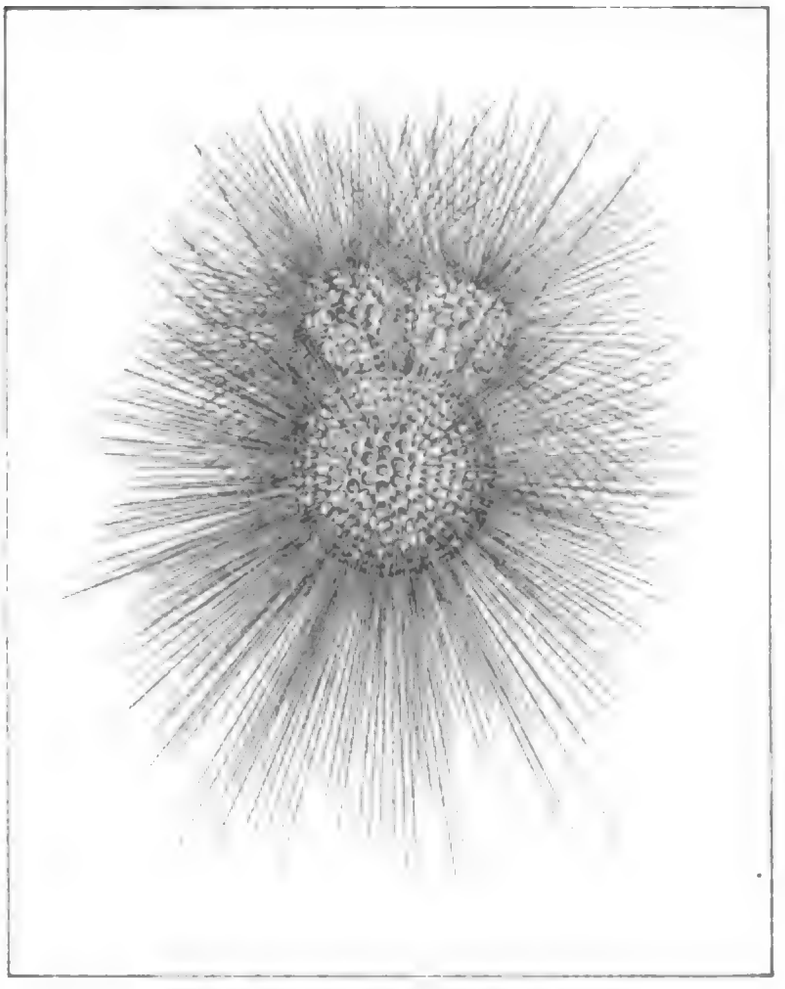


Abb. 290. Globigerina bulloides d'Orb.
Aus Steuer, Planktonkunde. Nach Zacharias.

Abbildung 289 A zeigt uns bei Ophiodes mirabilis, einem Hydroidpolypen, die kurzen Kelchröhren, in welche der Polyp sich nur unvollkommen zurückziehen kann. Die vier anderen Abbildungen (Abb. 288 und Abb. 289 B—D) demonstrieren uns im Gegensatz hiezu, welch verschiedene mechanische Lösungen das Bedürfnis, den Polypenkelch, in den sich der Polyp vollkommen zurückziehen kann, mit einem Deckel zu verschließen, gefunden hat. Solche Röhren und Deckel treten uns auch bei den Röhrenwürmern entgegen, wie die Abbildungen zeigen, welche dem Kapitel über die festsitzenden Tiere beigefügt sind. Ich verweise auf die Bilder, welche zahlreiche Beispiele auch für das hier von uns behandelte Gebiet enthalten. Die schützenden Schalen der Schnecken und Muscheln sowie diejenigen der Brachiopoden brauche ich in diesem Zusammenhang nur zu erwähnen. Ebenso den harten Chitinpanzer, den viele Krebse und unter den Insekten namentlich Käfer und Heuschrecken besitzen. Die starren Kalkpanzer der Stachelhäuter werden wir gleich in anderm Zusammenhang noch zu erörtern haben. Aber auch bei den Wirbeltieren finden wir ähnliche Schutzanpassungen in Gestalt von Knochenpanzern, wie sie uns z. B. als einheitliche Bildungen bei manchen Fischen, z. B. den sogenannten Kofferfischen, den Panzerwelsen und den vielen fossilen Panzerfischen entgegentreten. Mehr oder minder einheitliche Knochenpanzer finden wir auch bei fossilen und rezenten Amphibien und Reptilien. Unter den letzteren sei besonders auf Krokodile und Schildkröten hingewiesen. Bei den übrigen Reptilien ist ähnlich wie bei den Fischen der Körper von einem Schuppenkleid überzogen, welches mit der Festigkeit eine hohe Beweglichkeit vereinigt. Solche bewegliche Panzerkleider sind auch bei einigen Säugetieren ausgebildet, so bei den Schuppentieren und bei den Gürteltieren. Nicht selten ist die Wirkung des Panzerkleides noch dadurch gesteigert, daß es mit zahlreichen Dornen und Stacheln bedeckt ist. Stachelkleider, teils in Verbindung mit Panzer, teils ohne solche, finden wir im ganzen Tierreich vertreten. Schon bei den Foraminiferen (Abb. 290) und Radiolarien treten sie uns entgegen. Wir finden sie wieder bei den See-

Digitized by Google

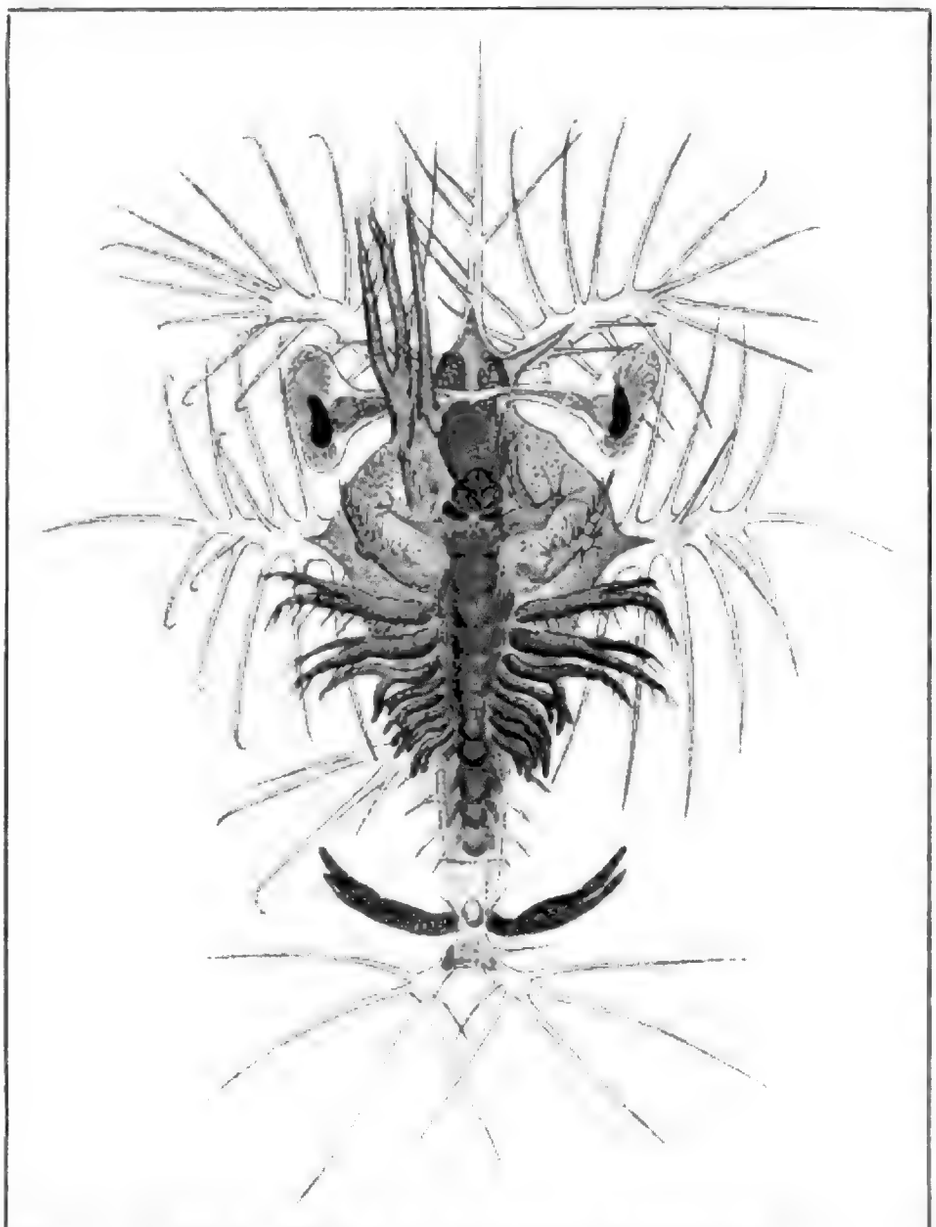


Abb. 291. Älteste Zoea von Sergestes (Elaphocaris).
Aus Steuer, Planktonkunde. Nach Claus.

igeln und überhaupt auch sonst bei den Echinodermen. Bei marinen Anneliden, wie z. B. der eigenartigen Aphrodite, setzen die Borsten ein für den Schutz des Tieres wichtiges Stachelkleid zusammen. Die Schalen der Schnecken und Muscheln sind oft auf ihrer Oberfläche in Stacheln verlängert, die eine Reihe von Verfolgern von dem Tier fernhalten müssen. Ebenso werden die auf dem Panzer stehenden Stacheln vieler mariner Krebse und vor allen Dingen von deren Jugendstadien als Schutzanpassung in Betracht kommen (Abb. 291, 293, 294). Denn manches Raubtier, welches den ganzen Krebs ohne weiteres verschlucken könnte, wird durch das Stachelkleid desselben verhindert werden, den schmerzhaften Bissen ins Maul zu nehmen. Stachelkleider und vereinzelte Stacheln treten uns auch bei den Fischen in mannigfacher Ausbildung entgegen. Der sogenannte Igelfisch (Diodon) verdankt dem seinen Körper bedeckenden Stachelwald seinen Namen. Wie bei andern Stachelträgern kommt seine spitzige Wehr nur dann zur vollen Geltung, wenn sie aufgerichtet wird, so daß die Dornen nach allen Seiten vom Körper abstehen. Es wird dies dadurch erreicht, daß der Fisch sich mit Luft aufbläst, die er in eine kropfartige Darmerweiterung einpumpt. Das hat zur Folge, daß der kugelartig aufgetriebene Körper seine normale Lage im Wasser nicht beibehalten kann, sondern mit dem Bauch nach oben schwimmt (Abb. 292). Sehr viele der stachelbedeckten Tiere können mit Hilfe von besonderen Einrichtungen ihre Stacheln aufrichten und nach verschiedenen Seiten bewegen. Will man einen der langstacheligen Seeigel aus der Gattung Diadema dem Felsen- oder Korallenloch entnehmen, in welchem er sich festgesetzt hat, so beugen sich die Stacheln wie ein Lanzenwald

Digitized by Google

Igel-Kugelfische

Igel-Kugelfische (Familie Diodontidae) sind in allen tropischen und gemäßigten Meeren verbreitet. Sie bewohnen Korallenriffe, Lagunen und Küstengewässer. Ihr Körper ist mit langen, beweglichen Stacheln besetzt, die sich bei Gefahr aufrichten und den Fisch wie einen Igel erscheinen lassen.

Bild 1 Gestreifter Igel-Kugelfisch (Diodon hystrix), Rotes Meer, Ostafrika, Indonesien, Philippinen, Australien

Fotomarc Kugel

Fig. 107. Bronze-Gefäß mit Tierfiguren. Fundort: Luristan. Nach Pope, A Survey of Persian Art, Bd. I, Taf. 19.

schaftlich keines mit Altägypten. Es ist ein Irrtum, wenn man, wie Hermann Kantorowicz, Max Weber, Ed. Meyer, Ed. Throntveit, Wittfogel und andere, die Frage aufwirft, ob Ägypten wohl jemals eine Despotie war. Diese Frage ist nicht nur unrichtig gestellt, sondern sie ist auch unbeantwortbar. Denn wo kein Eigentum ist, kann es auch nicht enteignet werden, und wo kein Eigentum ist, kann es auch keine Despotie sein. Despotie ist Enteignung. Despotie ist Eigentum. Despotie ist Ausbeutung. Despotie ist Unterdrückung. Despotie ist Tyrannei. Despotie ist Sklaverei. Despotie ist Ungerechtigkeit. Despotie ist Gewalt. Despotie ist Krieg. Despotie ist Tod. Despotie ist Hölle. Despotie ist Teufel. Despotie ist Sünde. Despotie ist Verbrechen. Despotie ist Laster. Despotie ist Schande. Despotie ist Schmutz. Despotie ist Unsittlichkeit. Despotie ist Unmoral. Despotie ist Unkultur. Despotie ist Barbarei. Despotie ist Finsternis. Despotie ist Dummheit. Despotie ist Unwissenheit. Despotie ist Lüge. Despotie ist Betrug. Despotie ist Heuchelei. Despotie ist Verrat. Despotie ist Mord. Despotie ist Blut. Despotie ist Grausamkeit. Despotie ist Unmenschlichkeit. Despotie ist Bestialität. Despotie ist Tierheit. Despotie ist Tierquälerei. Despotie ist Tierschinderei. Despotie ist Tierschändung. Despotie ist Tierschlächterei. Despotie ist Tierschlachthaus. Despotie ist Tierschlachthausgeruch. Despotie ist Tierschlachthausgeruch. Despotie ist Tierschlachthausgeruch

Pelikane, während Sie unten die Schiffe aus der Bucht fegen? Donnerwetter, das ist ja ein Ding! Und Sie haben sich nicht gefürchtet? Ich hätte mich gefürchtet. Ich bin ein Feigling, ich gestehe es offen. Ich habe mich gefürchtet, als ich die Pelikane, eine ganze Herde, in der Luft fliegen sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie auf dem Wasser schwimmen sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie auf dem Lande sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Gefangenschaft sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie im Zoologischen Garten sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Brehms Tierleben sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Meyers Konversationslexikon sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Pierers Universallexikon sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Herders Konversationslexikon sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Wahrigs Deutschem Wörterbuch sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Duden sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Sanders Deutschem Wörterbuch sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Heyses Deutschem Wörterbuch sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Adelungs Deutschem Wörterbuch sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Grimms Deutschem Wörterbuch sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Kluges Etymologischem Wörterbuch sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Weigands Deutschem Wörterbuch sah. Ich habe mich gefürchtet, als ich sie in Paul Heyses

Abb. 1. Ein Gibbon (Hylobates lar) hängt sich mit dem Schwanz an einen Ast und schaukelt sich hin und her, um Schwung zu bekommen, damit er einen weiten Sprung machen kann.

Affen, die Affenfüße mit den Händen vergleichen, so ist der Daumen kürzer, ganz gut, wenn wir Menschen Affenfüße hätten, so könnten wir sie nicht zum Greifen gebrauchen, weil wir sie zu sehr zum Gehen brauchen müssen. Wir haben also auch in unserer Gestalt Spuren davon, daß wir Menschen einmal Affen gewesen sind.

Abb. 2. Ein Orang-Utan (Simia satyrus) hat sich ein Dach gemacht, um sich vor dem Regen zu schützen.

Affen sind sehr gelehrig, sie können viele Kunststücke lernen, und sie sind sehr nachahmend. Sie machen Bewegungen nach, die sie bei Menschen sehen, und sie können sogar Worte nachsprechen. Aber sie können nicht sprechen, weil sie nicht denken können. Sie haben keine Vernunft, sie können nicht überlegen, sie können nicht sagen, was sie wollen, sie können nicht Fragen und Antworten geben. Sie können nicht sprechen, weil sie nicht denken können.

Affen sind sehr gelehrig, sie können viele Kunststücke lernen, und sie sind sehr nachahmend. Sie machen Bewegungen nach, die sie bei Menschen sehen, und sie können sogar Worte nachsprechen. Aber sie können nicht sprechen, weil sie nicht denken können. Sie haben keine Vernunft, sie können nicht überlegen, sie können nicht sagen, was sie wollen, sie können nicht Fragen und Antworten geben. Sie können nicht sprechen, weil sie nicht denken können.

Digitized by Google

schränken. Ich sie die einzelnen Arten, die in Deutschland vorkommen, kurz charakterisiert.

Die Gattung Vespa (Fig. 1) ist durch die Form der Mundteile, die Bildung der Fühler, die Flügelgeäder und die Form des Hinterleibes gekennzeichnet. Die Mundteile sind kauend, die Fühler sind fadenförmig, die Flügel haben 2 Cubitalzellen und 2 Discoidalzellen, und der Hinterleib ist mit einem Stiel versehen.

Fig. 1. Vespa. Links: Kopf, Fühler, Mundteile, Vorderbein, Hinterbein, Flügel, Hinterleib. Rechts: Kopf, Fühler, Mundteile, Vorderbein, Hinterbein, Flügel, Hinterleib.

Die Gattung Polistes (Fig. 2) ist durch die Form der Mundteile, die Bildung der Fühler, die Flügelgeäder und die Form des Hinterleibes gekennzeichnet. Die Mundteile sind kauend, die Fühler sind fadenförmig, die Flügel haben 2 Cubitalzellen und 2 Discoidalzellen, und der Hinterleib ist mit einem Stiel versehen. Die Gattung Polistes ist durch die Form der Mundteile, die Bildung der Fühler, die Flügelgeäder und die Form des Hinterleibes gekennzeichnet. Die Mundteile sind kauend, die Fühler sind fadenförmig, die Flügel haben 2 Cubitalzellen und 2 Discoidalzellen, und der Hinterleib ist mit einem Stiel versehen.

Fig. 2. Polistes. Links: Kopf, Fühler, Mundteile, Vorderbein, Hinterbein, Flügel, Hinterleib. Rechts: Kopf, Fühler, Mundteile, Vorderbein, Hinterbein, Flügel, Hinterleib.

Fig. 97. Epeira diadema. Weibchen. Kopfbruststück und Hinterleib von der Seite gesehen. Vergr. 2/1.

Die geschlechtlichen Eigenschaften treten beim ausgewachsenen Weibchen fast durchweg in ausgeprägter Weise hervor. Die Größe des Körpers ist bedeutender als beim Männchen, ebenso die Ausbildung der Beine und Taster. Die Taster sind einfach gebaut, ihr Endglied trägt keine Kopulationsorgane und ist nur wenig größer als das vorhergehende. Die Beine sind kräftig, ihre Endglieder tragen keine Haftborsten. Die Bewegung ist träge und oft steif, die Spinnen sind überhaupt schwerfällig. Die Spinnwarzen liegen weit hinten, sind kurz und dick.

Fig. 98. Epeira diadema. Weibchen. Kopfbruststück von unten gesehen. Vergr. 2/1.

Digitized by Google

Sand. Kat. C. 2. 3. 18 und 19. — Ein goldener Halsschmuck (Kragen) mit großen, reichen Perlen- und Emaillagen, Kat. C. 2. 3. 20. — Ein Halsschmuck aus Gold und Edelsteinen, Kat. C. 2. 3. 21. — Ein Halsschmuck aus Gold und Edelsteinen, Kat. C. 2. 3. 22. — Ein Halsschmuck aus Gold und Edelsteinen, Kat. C. 2. 3.

Fig. 102. Kartoffelpflanze mit Blüten und Früchten.
Kartoffelknolle, a Augenknospe, b Blüte, c Frucht, d Same, e Keimpflanze.

Ein Stengel, Zweige, Augen. Blüte kurz, im Knäuel oder, wie bei Rübe, Lein, nur wenig Blüten, Blütenstand. Blüte mit Blütenstiel, Kelch, Blumenkrone, Staubgefäßen, Stempel.

Die Kartoffelpflanze, wie sie in weiten Teilen Deutschlands, Rußlands und Nordamerikas angebaut wird, ist eine Abart der wilden Kartoffel, die in Südamerika, in Chile und Peru, heimisch ist. Sie wurde 1565 durch Hawkins nach England gebracht und kam 1588 durch Drake nach Spanien. Von hier aus verbreitete sie sich in Deutschland. Ihr Vaterland ist, wie bekannt gesagt, ein für deutsche Kenner wenig lieb- liches Land, das Land der Inka, Peru, Chile, Bolivia.

Die Kartoffelpflanze ist eine Staude, die in ihrer Heimat mehrere Jahre lebt, bei uns aber nur einjährig gezogen wird. Sie hat einen kantigen Stengel, der sich leicht an Stützen emporwindet, und Zweige, die sich ausbreiten.

Die Augen stehen, Blattspirale $\frac{2}{5}$, zu je drei Blättern beisammen. Sie sind ungeteilt, aber ungleichmäßig gezähnt, mit Nebenblättern versehen. Die Blüten stehen in Knäueln, die Blütenstiele sind kurz, der Kelch ist fünfteilig, die Blumenkrone fünfteilig, radförmig, weiß, rötlich oder violett, die Staubgefäße sind fünf, mit kurzen Staubfäden und großen, gelben Staubbeuteln, die Fruchtknoten oberständig, zweifächerig, mit vielen Samenanlagen. Die Frucht ist eine zweifächerige, vielsamige Beere, die Samen sind klein, nierenförmig, gelb. Die Kartoffelpflanze ist also eine Nachtschattenpflanze, wie Tollkirsche, Bilsenkraut, Stechapfel, Tabak, Bittersüß, Schwarzer Nachtschatten, Hopfen, Judenkirsche, Alraune, Bocksdorn, Schlafbeere, Teufelszwirn, Judenkirsche

Schon Evans hat die Ansicht, welche eine phönizische Quelle Ovids annimmt, als unhaltbar bezeichnet. Vgl. Evans, Journal, Band 21 S. 99. Vgl. Hogarth, Ephesos, Anhang S. 1. Vgl. Taf. XV.

2. Mittelminoische Doppelaxtgruppe des Museums Boston.

Taf. XVI. Die Gruppe ist aus Kalkstein gearbeitet und stammt aus Knossos. Sie ist 0,40 m hoch und 0,30 m breit. Erhalten sind die Oberkörper, Köpfe und Arme. Die Beine fehlen. Die Gruppe ist in Gips ergänzt. Die Figuren sind nackt. Sie tragen einen schmalen Gürtel mit vorderem Schurz, dessen Ende in Zickzackform endigt. Die Arme sind in Ellenbogenhöhe abgebrochen. Sie waren ursprünglich in Ellenbogenhöhe angesetzt und hielten die Doppelaxt. Die Figuren sind mit Ausnahme der Augen, die Pupillen und Augenbrauen sind durch Einritzungen angedeutet, und der Haare, die durch Einritzungen und Bemalung angedeutet sind, ganz plastisch gearbeitet. Die Haare sind schwarz bemalt. Die Augen, Pupillen und Augenbrauen sind weiß gemalt. Die Augen sind mandelförmig. Die Nase ist in der Mittellinie schmächtig. Die Ohren sind groß. Der Mund ist klein. Die Lippen sind rot bemalt. Die Brustwarzen sind durch Einritzungen angedeutet. Die Arme sind kräftig. Die Hände sind groß. Die Finger sind lang und schlank. Die Fingernägel sind durch Einritzungen angedeutet. Die Gruppe ist sehr gut gearbeitet. Sie ist ein Werk der Blütezeit.

Literatur: Evans, Journal, Band 21 S. 99. Vgl. Hogarth, Ephesos, Anhang S. 1. Vgl. Taf. XVI.

Fig. 1.—Section of Lymph Node from Case of Lymphosarcoma.

Fig. 2.—Section of Lymph Node from Case of Lymphosarcoma.

Fig. 1.—Section of lymph node from case of lymphosarcoma. Fig. 2.—Section of lymph node from case of

lähmende Wirkung, andererſeits wirkt er auf den Kalk direkt auflöſend oder doch zerſetzend. Unter den Echinodermenfreſſern iſt z. B. die Mittelmeerſchnecke Dolium galea ſpeziell von Semon genauer ſtudiert worden. Er fand in ihrem Magen Reſte von Holothurien, Bryozoen und Kalkſchwämmen. Ebenſo konnte er zeigen, daß Tritonium nodiferum große Seeſterne (Asterias glacialis) und große Holothurien verſchlang. Die Säure, welche bei dieſen Schnecken im Sekret der Speicheldrüſen nachgewieſen worden iſt, iſt entweder eine Mineralſäure oder Aſparaginſäure. Schon im Jahre 1854 wurde durch Troſchel das Vorkommen einer ſtarken freien Säure im Speichel von Dolium galea nachgewieſen. Er unterſuchte damals die Schnecke in dem marmorbelegten Zimmer eines alten Palazzos an der ſizilianiſchen Küſte. Als die Schnecke, bei der Unterſuchung gereizt, einen Strahl Speichel auf den Boden ſpritzte, bildete ſich unter Aufbrauſen eine Menge Schaum. Es zeigte dies, daß in dem Speichel eine Mineralſäure enthalten ſein mußte, welche aus den Platten des Marmorfußbodens die Kohlenſäure entwickelte. Und ſo ließ ſich denn ſpäter zeigen, daß es wirklich erhebliche Mengen von freier Schwefel- und Salzſäure ſind, die bei vielen Schnecken im Speichel vorkommen. Ich nenne einige Formen, bei denen ein Nachweis freier Säure im Speichel durchgeführt worden iſt. Es ſind dies außer der genannten Dolium galea z. B. Tritonium-, Murex-Arten ſowie Arten von Cassis, Cassidaria, ferner Aplysia, Pleurobranchaea, Pleurobranchus u. a. Die Wirkung der Schwefel- und Salzſäure iſt nicht eine abſolut auflöſende. Der Kalk wird brüchig und bröckelig und bildet eine leicht zu zerkleinernde Maſſe. Der Kot ſolcher Formen enthält eine große Menge von breiiger Kalkmaſſe. Bei einigen dieſer Schnecken, ſo z. B. bei Tritonium nodosum, andern Tritonium-Arten und Cassis sulcosa findet ſich ſtatt der Mineralſäure Aſparaginſäure, welche mit dem Kalk eine lösliche Verbindung bildet und daher für die Echinodermenfreſſer noch vorteilhafter iſt als die Mineralſäure. Die Quantitäten freier Schwefelſäure, welche ſich bei Dolium galea im Speichel finden, können 4% überſteigen.

Abb. 310. Polyp der Lederkoralle Nidalia macrospina, mit ſtarken Kalkſtrahlen im Gewebe. Vergr. 8mal. Nach Kükenthal.

Die Säure dient manchen Säureſchnecken auch zur Durchbohrung von ſolid gebauten Kalkpanzern und -ſchalen, z. B. bei Muſcheln und Schnecken (vgl. S. 130 Abb. 77). Vor allem übt ſie aber vielfach eine lähmende Wirkung auf die Muskulatur der Opfer aus.

Durch ähnliche Anpaſſungen ſind offenbar zahlreiche andere Schneckenarten zu Spongien freſſenden Spezialiſten geworden. Auf marinen Schwämmen findet man oft Nacktſchnecken, deren Farbe ſchon verrät, daß ſie ſich von dem Körper der Schwämme ernähren. Die Süßwaſſerſchnecke Neritina fluviatilis zeigt nach Simroth oft den Darm von den Nadeln von Süßwaſſerſchwämmen (Spongillen) erfüllt.

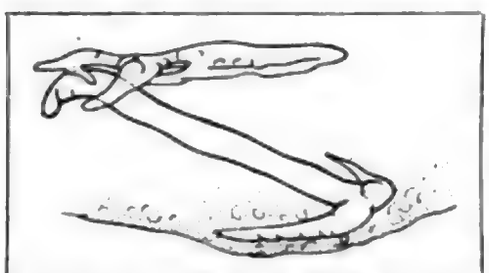


Abb. 311. Kalkkörper in der Haut der Seewalze Synapta borgensis Oest. Stark vergr. Nach Becher.

Von den Einlagerungen von Hartgebilden in der Haut führen mannigfache Übergänge zur Entſtehung der ſtarren aus Kalk und Knochen oder Chitin gebildeten Panzer, die wir im vorigen Abſchnitt beſprochen haben. Es brauchen aber die Produkte der Gewebe an der Oberfläche des Tierkörpers durchaus nicht hart zu ſein, um eine ſchützende Wirkung auszuüben. Wir ſehen vielmehr, daß bei vielen Tieren die Ausſcheidung ſogar von Schleim oder Gallerte ſich

Digitized by Google

Ala, in which the Second Quill (No. 2) is the Longest. Bills moderately long, slender, and curved. Tarsi long and slender. Toes long, slender, and free. Hind Toe small, and placed high up. Tail long, and graduated. Plumage soft and lax. Sexes alike.

Fig. 1.—Head of Curlew.

The Curlews (*Numenius*) are distinguished by their long, slender, and curved bills, and by their long tarsi and toes. The Common Curlew (*N. arquata*) is a large bird, measuring about 2 feet in length, and 3 feet 6 inches in extent of wing. The bill is about 6 inches long, and the tarsi are about 4 inches long. The plumage is mottled brown and white. The Curlew is found in Europe and Asia, and visits the British Islands in considerable numbers during the autumn and winter. It frequents the sea-shore, and feeds on worms, crustaceans, and mollusks. The Curlew is a wary bird, and is difficult to approach. It is also a strong flier, and has a loud and shrill cry. The Curlew breeds in the north of Europe and Asia, and lays four eggs, which are of a pale olive-green, spotted with brown.

The Whimbrel (*N. phæopus*) is smaller than the Curlew, and has a shorter bill. It is found in Europe, Asia, and America, and visits the British Islands in spring and autumn. It breeds in the north of Europe and Asia, and lays four eggs, which are of a pale olive-green, spotted with brown.

The Godwits (*Limosa*) are distinguished by their long, slender, and slightly curved bills, and by their long tarsi and toes. The Common Godwit (*L. lapponica*) is a large bird, measuring about 2 feet in length, and 3 feet 6 inches in extent of wing. The bill is about 4 inches long, and the tarsi are about 3 inches long. The plumage is mottled brown and white. The Godwit is found in Europe and Asia, and visits the British Islands in considerable numbers during the autumn and winter. It frequents the sea-shore, and feeds on worms, crustaceans, and mollusks. The Godwit is a wary bird, and is difficult to approach. It is also a strong flier, and has a loud and shrill cry. The Godwit breeds in the north of Europe and Asia, and lays four eggs, which are of a pale olive-green, spotted with brown.

The Black-tailed Godwit (*L. limosa*) is smaller than the Common Godwit, and has a shorter bill. It is found in Europe, Asia, and America, and visits the British Islands in spring and autumn. It breeds in the north of Europe and Asia, and lays four eggs, which are of a pale olive-green, spotted with brown.

The Sandpipers (*Tringa*) are distinguished by their slender bills, and by their long tarsi and toes. The Common Sandpiper (*T. hypoleucos*) is a small bird, measuring about 7 inches in length, and 1 foot 2 inches in extent of wing. The bill is about 1 inch long, and the tarsi are about 1 inch long. The plumage is mottled brown and white. The Sandpiper is found in Europe and Asia, and visits the British Islands in considerable numbers during the autumn and winter. It frequents the sea-shore, and feeds on worms, crustaceans, and mollusks. The Sandpiper is a wary bird, and is difficult to approach. It is also a strong flier, and has a loud and shrill cry. The Sandpiper breeds in the north of Europe and Asia, and lays four eggs, which are of a pale olive-green, spotted with brown.

The Green Sandpiper (*T. ochropus*) is smaller than the Common Sandpiper, and has a shorter bill. It is found in Europe, Asia, and America, and visits the British Islands in spring and autumn. It breeds in the north of Europe and Asia, and lays four eggs, which are of a pale olive-green, spotted with brown.

The Redshanks (*Totanus*) are distinguished by their slender bills, and by their long tarsi and toes. The Common Redshank (*T. calidris*) is a small bird, measuring about 7 inches in length, and 1 foot 2 inches in extent of wing. The bill is about 1 inch long, and the tarsi are about 1 inch long. The plumage is mottled brown and white. The Redshank is found in Europe and Asia, and visits the British Islands in considerable numbers during the autumn and winter. It frequents the sea-shore, and feeds on worms, crustaceans, and mollusks. The Redshank is a wary bird, and is difficult to approach. It is also a strong flier, and has a loud and shrill cry. The Redshank breeds in the north of Europe and Asia, and lays four eggs, which are of a pale olive-green, spotted with brown.

The Spotted Redshank (*T. fuscus*) is smaller than the Common Redshank, and has a shorter bill. It is found in Europe, Asia, and America, and visits the British Islands in spring and autumn. It breeds in the north of Europe and Asia, and lays four eggs, which are of a pale olive-green, spotted with brown.

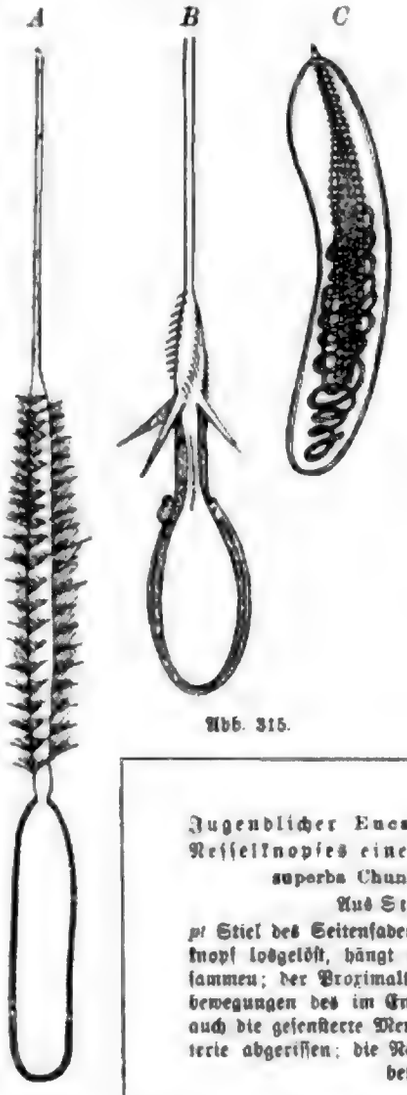


Abb. 315.

Abb 315. Neſſelkapſeln von Cölenteraten.

A große Neſſelkapſel vom Meſenterialfaden von Caryophyllia cyathus mit ausgeſchleudertem Faden; *B* Neſſelkapſel von Pennaria Cavolini; *C* wie *B* im Ruhezuſtand.

Stark vergr.

Nach Iwanzoff.

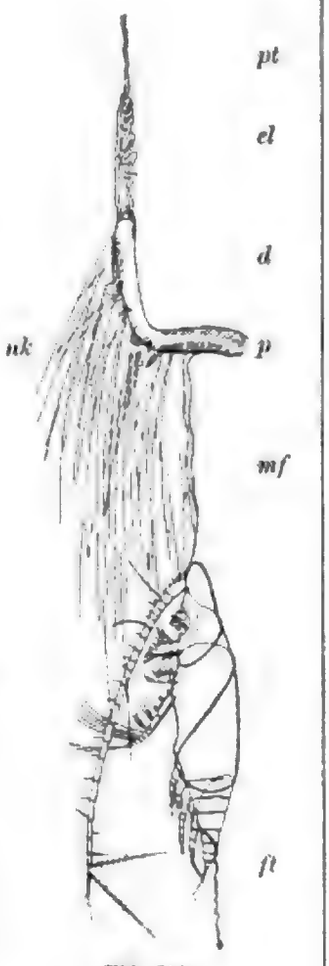


Abb. 314.

Abb. 314.

Jugendlicher Eucalanus in den Endfaden des Neſſelknopfes einer Siphonophore (Stephanophyes superba Chun) verwickelt. Nach Chun.

Aus Steuer, Planktonkunde.

pt Stiel des Seitenfadens; *el* das elaſtiſche Band, vom Neſſelknopf losgelöſt, hängt nur noch mit deſſen Diſtalende (*d*) zuſammen; der Proximalteil (*p*) iſt aufgeklappt. Durch Fluchtbewegungen des im Endfaden (*ft*) verwickelten Kopepoden iſt auch die gefenſterte Membran (*mf*) von den Kapſeln der Batterie abgeriſſen; die Neſſelkapſeln (*nk*) werden entladen und betäuben das Tier.

werden. Unterſucht man ſie etwas genauer, ſo findet man in der ovalen Blaſe, die von Flüſſigkeit erfüllt erſcheint, einen ſpiral aufgewickelten Faden. Dieſer wird in einer eigenartigen Weiſe auf Reiz ausgeſtoßen. Man erkennt dann, daß er einen feinen hohlen Schlauch darſtellt, welcher nach Art eines Handſchuhfingers nach innen eingeſtülpt war und nun beim Herausſchnellen vollkommen umgeſtülpt worden iſt. Der Faden iſt an ſeinem baſalen Ende dicker als am diſtalen. An der Baſis zeigt er meiſt einige ſtachelartige Bildungen, welche bei manchen Neſſelkapſeln deren Wirkung ganz erheblich ſteigern. Die Reizung der Neſſelkapſel kann ſowohl chemiſch als mechaniſch erfolgen; beſonders bei der mechaniſchen Reizung ſpielt ein feiner, härchenartiger Fortſatz der die Neſſelkapſel einſchließenden Zelle eine beſondere Rolle. Auch erkennt man vielfach am diſtalen Ende der Neſſelkapſel eine deckelähnliche Bildung. Die Berührung des härchenartigen Fortſatzes, des ſogenannten Cnidocils, hat die Entladung der Neſſelkapſel zur Folge. Die Entladung erfolgt unter Mitwirkung von Quellungserſcheinungen; es iſt nämlich im Innern der Neſſelkapſel eine quellbare, gallertige Subſtanz enthalten; bei der Reizung des Cnidocils hebt ſich das Deckelchen ab, oder es reißt ſonſtwie die Wand der Kapſel ein, welche dicht an der äußern Oberfläche der Zelle liegt. Das eindringende Waſſer bringt den Inhalt der Kapſel zur Quellung, der Faden wird umgeſtülpt und ausgeſchnellt, wobei er die 20 bis 40 fache Länge der Kapſel erreicht.

Digitized by Google

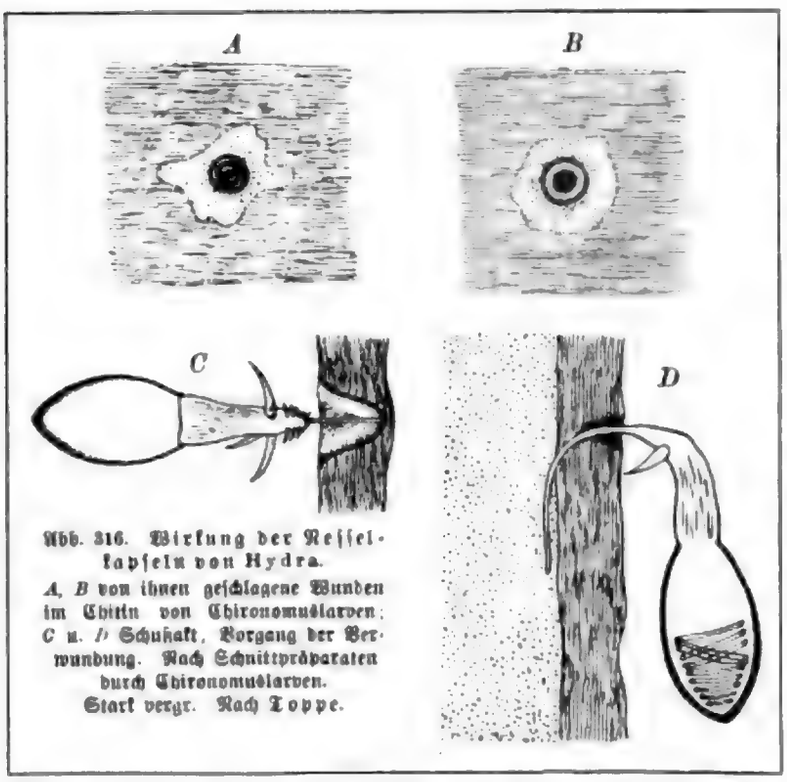


Abb. 316. Wirkung der Neſſelkapſeln von Hydra.
A, *B* von ihnen geſchlagene Wunden im Chitin von Chironomuslarven; *C* u. *D* Schußakt, Vorgang der Verwundung. Nach Schnittpräparaten durch Chironomuslarven. Stark vergr. Nach Toppe.

Zuerſt ſtülpt ſich der Teil um, der die ſtilettartigen Spitzen trägt, welche ſich in die Subſtanz der berührenden Fläche einbohren und damit für den Faden den Weg bahnen. Die Heftigkeit, mit der eine Neſſelkapſel zur Exploſion kommt, iſt ſehr erheblich und wird oft dadurch geſteigert, daß muskuläre Elemente an der Neſſelkapſel in Tätigkeit treten. Wie auf einem Stiel ſitzen die Neſſelkapſeln oft auf einem Muskelfaden, deſſen Kontraktion auf den Reiz des Cnidocils die Kapſel in das Plasma der Zelle hineinzuziehen ſtrebt, wodurch der Druck im Innern der Kapſel noch geſteigert wird. Andere Formen von Neſſelkapſeln ſind mit Ringmuskeln verſehen, die ſie zuſammenpreſſen. Oft werden Neſſelkapſeln bei der Entladung ganz aus dem Zellkörper ausgeſtoßen. Bei manchen Cölenteraten ſitzen ſie an elaſtiſchen Fäden feſt, die am Grunde der Zellen befeſtigt ſind. Im Ruhezuſtand ſind die Fäden knäuelartig aufgewickelt; bei der Entladung der Neſſelkapſeln werden ſie entrollt, ohne ſich abzulöſen, ſo daß die Neſſelkapſel, und was ſie gefangen hat, an einem elaſtiſchen „Laſſo“ hängt. Sehr intereſſant ſind die Wirkungen der Neſſelfäden auf die von dem Neſſeltier verletzten anderen Tiere. Nach Toppe ſchlagen die Neſſelfäden, nachdem die Stilette (oder wohl auch die bohrerartig in Spiralen angeordneten beſonderen Strukturen der Fadenbaſis) ihnen den Weg vorgebohrt haben, ſelbſt durch hartes Chitin hindurch. So bringen z. B. die Neſſelfäden von Hydra und Cordylophora eigenartige Verwundungen im Chitinpanzer von Krebschen und Inſektenlarven hervor (vgl. Abb. 316 A—D). Andere Neſſelkapſeltypen ſchnellen Fäden hervor, welche ſich um die feinen Fortſätze, Haare uſw. ihrer Opfer herumſchlingen. Jene Wunden im Chitin rühren aber nicht nur von der mechaniſchen Wirkung der Neſſelfäden her; es muß eine chemiſche Wirkung hinzukommen, welche von der Gallerte ausgeht, welche das Innere der Neſſelkapſel erfüllte, oder vielleicht

Abb. 317. Verſchiedene Typen von Neſſelkapſeln in ihren Bildungszellen.
A Bildungszelle mit Laſſo; *B* Form mit zirkulären Faſern; *C* Neſſelzelle mit Längsfaſern und Laſſo von Velella. Nach Toppe.

Digitized by Google

eher von einer beſonderen Maſſe, welche im hohlen Innern des umgeſtülpten Neſſelfadens enthalten war. Dieſe Maſſe iſt giftig und hat eine ätzende, neſſelnde und jedenfalls auch löſende Wirkung. Wer am Meer einmal mit einer Meduſe oder einem andern Cölenterat in Berührung gekommen iſt, kennt das eigentümliche Jucken und Brennen der Haut, welches durch die lokalen Wirkungen der Neſſelkapſelſekrete bedingt wird. Kleinere Tiere werden durch dieſelben ſofort gelähmt oder getötet, und wir haben früher ſchon erwähnt, daß ſehr viele Cölenteraten ihre Neſſelkapſeln als Angriffswaffen zum Einfangen ihrer Beute benützen. Beſonders bei denjenigen Formen, bei welchen große Maſſen von Neſſelkapſeln an beſtimmten Stellen des Körpers in Geſtalt von ſogenannten Neſſelbatterien angehäuft ſind, iſt die Wirkung derſelben eine intenſive. Wie wirkſam ſie ſein kann, haben wir oben (S. 271) bei der Beſprechung der mit Neſſelkapſeln beſetzten Schleuderfäden oder Akontien ſymbiotiſcher Aktinien beſprochen.

Abb. 319. Physalia spec. aus der Sagamibai in Japan. Aus Steuer, Planktonkunde. Originalzeichnung von L. Müller-Marag.

Am auffallendſten iſt ſie bei den großen Staatsquallen oder Siphonophoren, deren koloniale Vereinigungen eine Ausdehnung von Metern erreichen können und bei denen durch Arbeitsteilung beſondere Wehrpolypen entſtanden ſind, die von Neſſelbatterien ſtarren. (vgl. Abb. 319). Bei den Phyſalien, der ſogenannten portugieſiſchen Galeere z. B., ſcheint die Berührung mit Neſſelbatterien nicht nur ſchwere Lähmung und eventuell im Anſchluß daran den Tod durch Ertrinken bewirken zu können, ſondern es hat die Vergiftung auch oft nachhaltige Folgen, indem die von der Qualle gebrannten Menſchen mehr oder minder ſchwer an Entzündungen und Fieber erkranken. Die Schwammfiſcher und Taucher leiden infolge der häufigen Berührung mit den Giftſtoffen der Cölenteraten an einer beſonderen Krankheit, die ſchmerzhaft und ſehr unangenehm iſt.

Die Neſſelkapſeln kommen bei den Cölenteraten in verſchiedenen Größen und Formtypen beim gleichen Tier vor. Mit dieſen Differenzen ſind auch ſolche der Funktion verbunden, indem die einen Neſſelkapſeln eine intenſivere Giftwirkung, die andern eine ausgiebigere Klebfähigkeit bzw. jene Einrichtungen zum Umſchlingen der Beute aufweiſen. So ſind z. B. bei Hydra, dem Süßwaſſerpolypen, jene Neſſelkapſeln mit langen Cnidocilen verſehen, alſo für größere Fernwirkung beſtimmt, welche die umſchlingenden Fäden abſchießen, die kurzen Cnidocilen der mit den Stiletten ſich einbohrenden Neſſelgeſchoſſe des anderen Typus erfordern eine nähere Berührung mit einer ausgedehnteren Oberfläche zu ihrer Entladung.

Außer bei Cölenteraten kommen Neſſelkapſeln als eigene Produkte des Tiers wohl nur bei gewiſſen Protozoen, den Myxoſporidien, vor. Bei dieſen dienen ſie als Organe der Spore vorwiegend der Verbreitung ihrer Träger; über eine Giftwirkung iſt nichts bekannt.

Digitized by Google

Fig. 1. Ventral view of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 2. Dorsal view of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 3. Lateral view of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 4. Anterior view of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 5. Posterior view of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 6. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 7. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 8. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 9. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 10. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 11. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 12. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 13. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 14. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 15. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 16. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 17. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 18. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 19. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 20. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 21. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 22. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 23. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 24. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 25. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 26. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 27. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 28. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 29. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 30. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 31. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 32. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 33. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 34. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 35. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 36. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 37. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 38. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 39. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 40. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 41. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 42. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 43. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 44. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 45. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 46. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 47. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 48. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 49. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 50. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 51. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 52. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 53. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 54. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 55. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 56. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 57. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 58. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 59. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 60. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 61. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 62. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 63. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 64. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 65. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 66. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 67. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 68. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 69. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 70. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 71. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 72. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 73. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 74. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 75. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 76. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 77. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 78. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 79. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 80. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 81. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 82. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 83. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 84. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 85. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 86. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 87. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 88. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 89. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 90. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 91. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 92. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 93. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 94. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 95. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 96. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 97. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 98. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 99. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 100. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 101. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 102. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 103. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 104. Ventral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 105. Lateral view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocanthinae) from Mexico, Oaxaca, Sierra Juárez, 10 km N Ixtlán, 2,500 m, 1 July 1960, J. Ramírez-Luna. Photo by Mark Gillogly.

Fig. 106. Dorsal view of the aedeagus of the holotype of *Ceratocanthus rutilus* Gillogly, 1962 (Coleoptera: Scarabaeidae: Ceratocan

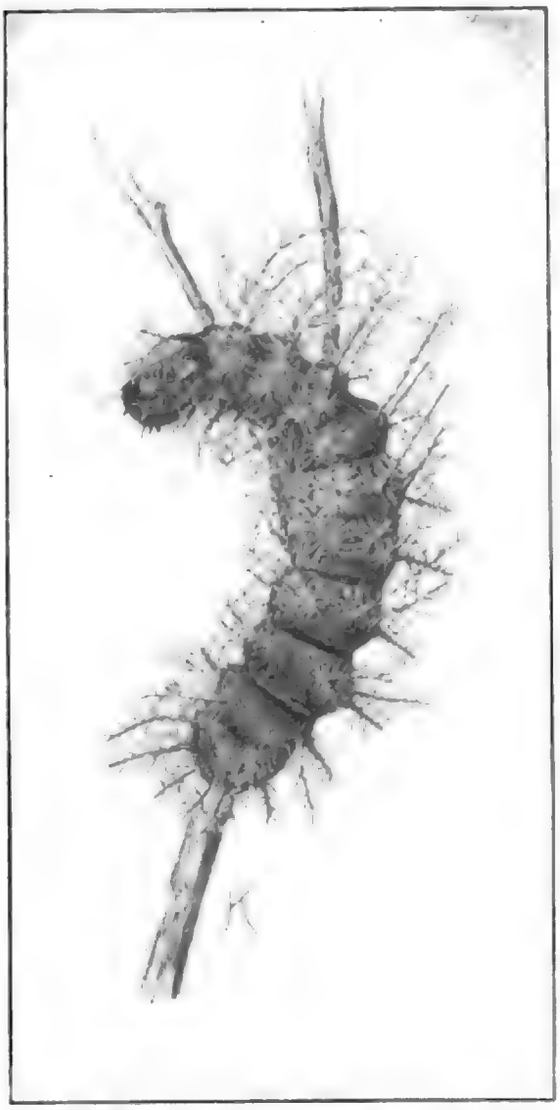


Abb. 321. Raupe mit von Brennhaaren bedeckten verzweigten Rückenfortsätzen. Saturnide (Hyperchiria sp.). Brasilien. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

an der Basis des Stieles abbrechen; kurz über der Gelenkstelle ist eine präformierte Durchbruchsebene. Die Autotomie[1]) ist wohl wie gewöhnlich durch einen Nervenreiz verursacht, da die Ablösung der Pedicellarien auch mechanisch herbeigeführt werden kann durch Berühren mit einer Nadel oder durch Anspritzen eines Wasserstrahls mit einer Pipette. Die sehr wechselnde Zahl von Pedicellarien, die man bei einem Individuum findet, ist also durch die Autotomie zu erklären sowie dadurch, daß die abgelösten Pedicellarien durch Regeneration wieder ersetzt werden.

Bei andern Seeigeln sind die Stacheln Träger eines Giftapparates. So ist bei den langstacheligen Diadematiden und bei den Echinothuriden unterhalb der leicht abbrechenden Spitze jedes Stachels ein giftgefüllter Hohlraum nachgewiesen worden. Der Stich mit einem solchen Stachel ist äußerst schmerzhaft und bringt langsam heilende Wunden hervor.

Giftstacheln und Gifthaare sind auch bei Insekten nicht selten. Besonders bekannt sind die Gifthaare der Raupen. Schon bei uns in den gemäßigten Klimaten gibt es Raupen, deren Haare bei Berührung sehr schmerzhafte Empfindungen zurücklassen. Als Beispiele möchte ich nur den Prozessionsspinner (Cnethocampa processionea) und seine Verwandten, ferner Liparis, dann viele Bärenraupen usw. anführen. Die „Giftraupen" sind teils Tiere mit langen einfachen Haaren, teils Formen mit merkwürdigen verästelten Rückenfortsätzen. Die Gift- oder Brennhaare sind meist hohle Haare, in deren Basis eine einzellige Giftdrüse einen Fortsatz entsendet. Oft sind sie fein skulptiert und mit Widerhaken versehen, nicht selten auch gegabelt, gefiedert oder verästelt. Die Wirkung der Brennhaare, welche in der Regel in ungenauer Weise auf Ameisensäure geschoben wird, ist zum Teil eine sehr intensive. Schon unsere einheimischen Raupen können sehr heftig brennen, aber noch viel unangenehmer ist die Wirkung der tropischen, zum Teil sehr großen Arten. Bezeichnend sind die Namen, welche die Eingeborenen der verschiedenen Gegenden diesen giftigen Raupen gegeben haben, indem sie sie als „falsches Feuer", „laufendes Feuer" u. dgl. benennen. Die Folge der Berührung solcher Raupen durch den Menschen ist starke Reizung der Haut, vor

Abb. 322. Catagramma sorana. Raupe mit Schreckfortsätzen und Brennhaaren.

1) Über diese wichtige Erscheinung finden sich weiter unten nähere Angaben.

Digitized by Google

Die Raupen (Fig. 1) sind walzig, mit 16 Füßen, die Puppen (Fig. 2) sind eingeschnürt, mit freien Gliedmaßen, und die Schmetterlinge (Fig. 3) haben 4 große, beschuppte Flügel, einen Saugrüssel und 2 Fühlhörner. Die Eier werden meist an Pflanzen gelegt, und die Raupen leben von Pflanzenstoffen. Sie häuten sich mehrmals, bevor sie sich verpuppen. Die Puppen ruhen meist in der Erde, oder an Pflanzen, oder in Gespinnsten. Die Schmetterlinge leben nur kurze Zeit, und nehmen meist keine Nahrung zu sich. Sie sind Tagthiere oder Nachtthiere.

Fig. 1. Raupe.

Fig. 2. Puppe.

Fig. 3. Schmetterling.

Fig. 4. Raupe des Todtenkopfes.

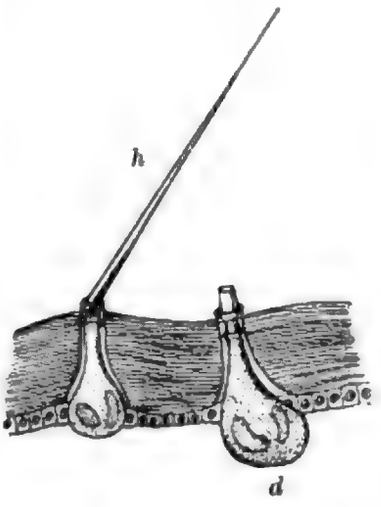


Abb 325. Brennhaar einer Raupe (Gastropacha quercifolia). *h* Brennhaar in intaktem Zustand. *d* Giftdrüse eines abgebrochenen Brennhaars. Stark Vergr. Nach Clauß-Grobben.

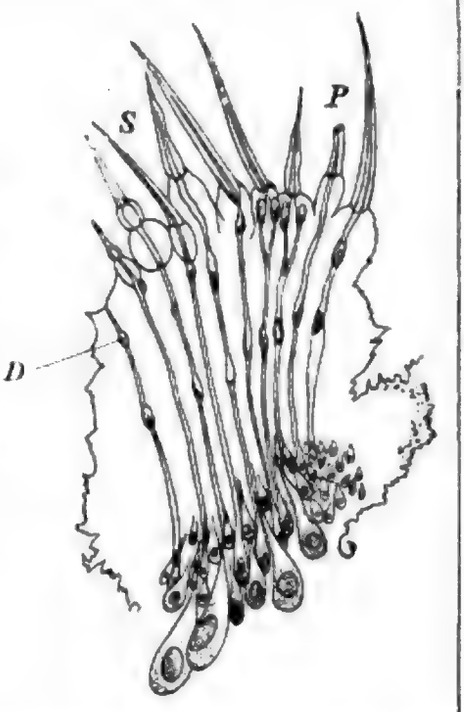


Abb. 326. Gruppe von Brennhaaren der nordamerikanischen Spinnerraupe Lagra crispata auf einem Rückenfortsatz im mikroskopischen Querschnitt. *S* ganze Haare mit Drüsenzellen und deren Ausführgängen; *P* abgebrochenes Haar. Stark vergr. Nach Packard.

zungszeit in den Geschlechtssegmenten einen giftigen Stoff, der manchmal ganze Bruten junger Enten tötet. Daß das Blut und die Gewebe mancher Insekten, vor allen Dingen von Käfern und Käferlarven giftig ist, ist eine bekannte Tatsache. In welcher Weise die betreffenden Insekten vielfach diese Giftwirkung zu ihrer Verteidigung ausnützen, darauf werden wir im nächsten Abschnitt noch einzugehen haben. Der verbreitetste dieser Giftstoffe ist das Kantharidin, jene Substanz, welche die Wirkung der sogenannten Blasenpflaster bedingt. Es ist vor allen Dingen im Blut der spanischen Fliege (Lytta vesicatoria) enthalten, kommt aber auch bei andern verwandten Käfern vor, so bei Mylabris- und Meloë-Arten. Seit alters her ist bei Natur- und Kulturvölkern die Giftigkeit des Kantharidins bekannt, und es wird dasselbe bzw. die Blutflüssigkeit des Käfers schon seit langem zu medizinischen Zwecken ausgenützt. Schon bei den alten Römern war es als Gift und als Medizin bekannt, und noch heute spielt es in Italien, aber auch in vielen andern Ländern, zur Bereitung von Liebestränken eine große Rolle.

Bei andern Käferarten treten zum Teil andere Gifte im Körper auf. So enthält der Körper eines südwestafrikanischen Käfers (Diamphidia locusta) ein sehr intensiv wirkendes, vielleicht zu den Toxalbuminen oder eher Glykosiden gehöriges Gift, welches von den Buschmännern als Pfeilgift verwendet wird, da es in den getrockneten Larven oft jahrelang seine Giftigkeit beibehält. Es ist dem Schlangengift sehr ähnlich.

Wahrscheinlich ein Gewebegift, welches wie die vorhin erwähnten auch an die Fortpflanzungsperiode seines Trägers gebunden ist, ist das sogenannte Mytilotoxin, das Gift der Miesmuscheln, welches besonders in den Sommermonaten auftritt und manchmal nur Ausschläge und Schwellungen, häufig aber schwere tödliche Vergiftung zur Folge hat. Ein ähnliches Gift kommt auch bei Fischen vor. So ist bei zahlreichen Fischarten in den Geschlechtsorganen ein Giftstoff nachgewiesen worden, der nur in den Geschlechtsorganen seinen Sitz hat, nach deren Entfernung der Fisch vollkommen genießbar ist. Ganz besonders bekannt ist die Giftwirkung des Rogens unserer Flußbarbe (Barbus fluviatilis L).

Digitized by Google

Die in den Tropen, beſonders an Korallenriffen häufigen Gymnodonten, z. B. die Kugelfiſche und ähnliche Arten aus den Gattungen Tetrodon und Diodon, ſind ſehr giftig. Beſonders in Japan hat man die Wirkungen und die Natur des ſogenannten Fugugiftes genauer unterſucht. Denn es kommen dort ziemlich häufig Erkrankungen nach Genuß von Tetrodon-Arten vor. Das Gift findet ſich auch hier vor allem in den Geſchlechtsorganen, beſonders im Eierſtock, doch auch in den Eingeweiden. Für die Tetrodon-Arten ſelbſt iſt das Fugugift unwirkſam, während es auf Säugetiere ſtarke Wirkung ausübt.

Im ganzen Organismus verbreitet iſt das Gift der Aale und ihrer Verwandten aus der Familie der Muräniden. Vor allen Dingen zeigt es ſich im Blut der Aale. Es iſt ein Gift, welches in ſeiner Wirkung ſehr an dasjenige der Schlangen erinnert.

Die von den Geweben produzierten chemiſchen Subſtanzen brauchen aber nicht giftig zu ſein, um das Tier vor Verfolgern zu ſichern. Bei den Pflanzen ſind ja Gerbſäure, aromatiſche Öle und ähnliche Subſtanzen vielfach als Schutzmittel verbreitet. Und ſo finden wir denn auch bei den Tieren ſehr häufig chemiſche Schutzſtoffe, welche ſpeziell auf die chemorezeptoriſchen Sinnesorgane, alſo auf Geruch und Geſchmack ihrer Feinde wirken. Wir wollen die widerlichen Geſchmacke und die unangenehmen Düfte hier gleichzeitig beſprechen, wobei wir auch diejenigen Geſchmacks- und Geruchsſtoffe mit erörtern, welche durch beſondere Apparate aus dem Körper ausgeſpritzt werden.

Unter den Cölenteraten wären die Siphonophoren zu erwähnen, von denen manche Arten bei Reizung einen ſtark riechenden, oft farbigen Saft von ſich geben. Unter den Würmern haben manche Formen einen deutlich wahrnehmbaren unangenehmen Geruch, wie z. B. Aricia foetida; manche Regenwürmer produzieren aus Drüſen einen ſtark riechenden Saft. So ſoll eine auſtraliſche Art ſehr ſtark nach Kreoſot riechen und von den Vögeln ſtets verſchmäht werden. Nach dem Bericht der Vettern Sarafin ſpritzt der in Celebes vorkommende rieſige Regenwurm Amyntas jampeanus Benh. bei Bedrohung aus den Rückenporen ſeines Hinterendes einen giftigen(?) Saft gut einen halben Meter weit. Unter den Mollusken produzieren zahlreiche Schnecken teils gefärbte und ſtark riechende oder ſchmeckende Säfte. Die pelagiſche Janthina läßt bei Reizung einen violetten Saft unter ihrem Mantel hervortreten. Die Arten von Purpura und Murex und andere Proſobranchier beſitzen in der Mantelhöhle eine umfangreiche Drüſe, aus der ſie eine ſchleimige Subſtanz hervortreten laſſen, die ſich am Lichte blau und purpurn färbt und einen unangenehmen Geruch beſitzt. Der Seehaſe (Aplysia) ſtößt eine opaleszierende Flüſſigkeit aus, die ſtark aromatiſch riecht, während andere Drüſen an ſeinem Körper einen purpurnen Saft hervorbringen.

Unter den Arthropoden ſind beſonders Inſekten durch widrigen Geſchmack und Geruch oft ſehr ausgiebig geſchützt. Die Foramina repugnatoria der Tauſendfüßler haben wir früher (S. 182) ſchon erwähnt. Deren Sekret, welches bei Bedrohung oder Berührung hervortritt, iſt ölig, übelriechend und enthält, z. B. bei Paradesmus gracilis, als Hauptbeſtandteil Blauſäure. Der Abſcheu, den viele Menſchen gegen die Küchenſchaben und die Ohrwürmer hegen, iſt durch deren bekannten üblen Geruch bedingt. Das gleiche gilt für die Wanzen, deren ekelhafter Geruch Bettwanzen und Blatt- oder Beerenwanzen gemeinſam iſt. Der Geruch wird bei dieſen Tieren in den Drüſen produziert, die bei den Larven auf der Rückenſeite, bei den erwachſenen Tieren auf der Bauchſeite münden. Der Riechſtoff wird nur bei Reizung ausgeſchieden, teilt ſich aber dann der Oberfläche des Körpers und den Gegenſtänden der Umgebung mit, ſo daß alſo z. B. Brombeeren oder Heidelbeeren, über welche Wanzen gekrochen ſind, einen ſehr unangenehmen Geſchmack und Geruch beſitzen können.

Digitized by Google

Heuſchrecken und Käfer haben nicht ſelten ekelhaft riechende und ſchmeckende Körperſäfte. Vielfach iſt der Sitz der widrigen Subſtanz bei ihnen das Blut. Bei Heuſchrecken hat z. B. Voſſeler beſchrieben, daß manche Arten in der Gefahr aus ihren Gelenken Blut hervorſpritzen. Bei der algeriſchen Eugaster guyoni tritt das Blut aus einem Porus an der Oberſeite des Gelenks zwiſchen Coxa und Trochanter hervor. Ein beſonderer Muskel öffnet im Augenblick der Gefahr den Porus. Das Tier nimmt eine Verteidigungsſtellung gegen ſeinen Angreifer ein und ſpritzt ihm das Blut direkt entgegen, 40—50 cm weit. Solche Arten werden tatſächlich von Reptilien gemieden. Abſchreckende Wirkung an den Gelenken hervortretenden Bluts iſt auch von unſern Marienkäferchen (Coccinelliden), von Pimelien und Maiwürmern (Meloïden) bekannt. Stinkende Käfer ſind ferner Lampyriden, Telephorus, viele Staphyliniden (z. B. Ocypus olens L.); ferner um einen exotiſchen Käfer als Beiſpiel zu nennen Mormolyce phyllodes, ein eigenartiger, flacher, brauner Käfer des malaiiſchen Archipels. Einen deutlich wahrnehmbaren Geruch haben auch die Chryſomeliden, ſo unter ihnen der rote Pappelkäfer (Lina populi), der Eſpenkäfer (Lina tremulae) und der Kartoffelkäfer. Die Larven von Agelastica geben einen ſtarken Bittermandelgeruch von ſich, der wie bei den Lina-Arten an Blauſäure erinnern ſoll. Das Sekret, welches die Laufkäfer ſo z. B. den Goldlaufkäfer (Carabus auratus L.) und den ſchwarzen Laufkäfer (Carabus niger L.) ſo unangenehm macht, riecht ſtark nach Butterſäure, und es gibt Unterſuchungen, welche darauf hinweiſen, daß ſolche in ihm enthalten iſt. Die Laufkäfer haben übrigens die weitere unangenehme Gewohnheit, welche ſie mit Heuſchrecken und Aaskäfern teilen, daß ſie, wenn ſie angefaßt werden, ihren übelriechenden Mageninhalt ausſpucken. Die ebenfalls zu den Laufkäfern gehörigen Cicindelen erzeugen ebenfalls einen ſtarken Geruch, der bald aromatiſch, bald ſcharf ſauer wirkt. Allgemein bekannt iſt ſchließlich der moſchusartige Geruch, den manche Bockkäfer, unter ihnen ſpeziell Aromonia moschata L., der Moſchusbock, verbreiten. So ließen ſich noch zahlreiche Beiſpiele aus der Gruppe der Käfer anführen; wir wollen hier nur noch einige Fälle erwähnen, die ſich auf Käfer und Käferlarven beziehen, die aus ihrem Anus von den Analdrüſen produzierte Geruchs- und Geſchmacksſtoffe ausſtoßen. Unter den Schwimmkäfern laſſen die Dytiſciden und Gyriniden eine milchweiße Flüſſigkeit zwiſchen Kopf und Prothorax austreten, die einen unangenehmen Geruch beſitzt, während ſie vielfach gleichzeitig aus ihrer Rektaltaſche mit großer Heftigkeit eine dunkelbraune, angeblich nach Schwefelwaſſerſtoff riechende Flüſſigkeit ausſtoßen, die ſogar ihren Fluchtweg verbergen ſoll. Die Larve von Hydrophilus, ferner die Silphiden, die Blapsarten ſpritzen ebenfalls bei Reizung das Sekret ihrer Analdrüſen aus. Bei dem Roſenkäfer Cetonia aurata iſt dieſes Produkt eine weiße, fettige, ekelhaft riechende Flüſſigkeit.

Abb 327.
Erſtes Bein der Heuſchrecke Eugaster guyoni. Bein der Blutſpritzporus. Vergr. 2 mal. Nach Voſſeler.

Ganz merkwürdig iſt die aus den Maſtdarmdrüſen ſtammende Flüſſigkeit, welche die ſogenannten Bombardierkäfer (Brachinus crepitans L.) und andere Arten der Gattung Brachinus ihren Feinden entgegenſpritzen. Der ausgeſchleuderte Tropfen explodiert wie eine Bombe an der Luft und wirkt außerordentlich erſchreckend auf Verfolger. Das Sekret der Drüſe ſoll tatſächlich eine der Salpeterſäure ähnliche Subſtanz enthalten, ſie reagiert ſauer und riecht nach der Exploſion nach ſalpetriger Säure. Auf der Haut des Menſchen erzeugt

Digitized by Google

Schluß der Raupenfüße. Sie haben 16 Füße, und gehen daher sehr schnell. Sie sind sehr gefräßig, und verwandeln sich in eine Puppe, die in einem Gespinnste liegt. Sie machen die Schmetterlinge aus.

Die Schmetterlinge haben 4 Flügel, die mit Federchen besetzt sind, und einen Saugrüssel. Sie fliegen am Tage, und ernähren sich von Honig. Ihre Eier legen sie an solche Orte, wo ihre Raupen Nahrung finden.

Die Puppe.

Fig. 61. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 62. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 63. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 64. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 65. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 66. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 67. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 68. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 69. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 70. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 71. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 72. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 73. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 74. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 75. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 76. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 77. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 78. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 79. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 80. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 81. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 82. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 83. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 84. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 85. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 86. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 87. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 88. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 89. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 90. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 91. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 92. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 93. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 94. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 95. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 96. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 97. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 98. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 99. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 100. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 101. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 102. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 103. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 104. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 105. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 106. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 107. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 108. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 109. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 110. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 111. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 112. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 113. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 114. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 115. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 116. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 117. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 118. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 119. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 120. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 121. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 122. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 123. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 124. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 125. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 126. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 127. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 128. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 129. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 130. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 131. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 132. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 133. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 134. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 135. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 136. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 137. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 138. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 139. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 140. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 141. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 142. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 143. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 144. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 145. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 146. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 147. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 148. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 149. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 150. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 151. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 152. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 153. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 154. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 155. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 156. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 157. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 158. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 159. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 160. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 161. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 162. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 163. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 164. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 165. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 166. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 167. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 168. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 169. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 170. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 171. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 172. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 173. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 174. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 175. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 176. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 177. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 178. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 179. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 180. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 181. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 182. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 183. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 184. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 185. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 186. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 187. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 188. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 189. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 190. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 191. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 192. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 193. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 194. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 195. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 196. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 197. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 198. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 199. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 200. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 201. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 202. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 203. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 204. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 205. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 206. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 207. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 208. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 209. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 210. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 211. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 212. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 213. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 214. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 215. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 216. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 217. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 218. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 219. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 220. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 221. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 222. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 223. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 224. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 225. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 226. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 227. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 228. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 229. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 230. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♀, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 231. *Tropidischia xanthostoma* (Gerst.), ♂, Kilimandjaro, Taveta, 1000 m, 1.—2. 1912. (Dr. Hans Meyer.) Original. Nat. Gr. 1:1.

Fig. 232. *Tropidischia xanthostoma* (Ger

derſelben Herr zu werden, mehr ihrer Gewandtheit als einer ſie vor der Gefahr des Schlangenbiſſes ſchützenden Immunität. Der Sekretär und der Mungo können beide von den Giftſchlangen gebiſſen werden und pflegen dann ſehr krank zu werden oder zu ſterben. Allerdings Igel und Schweine beſitzen eine ausgeſprochene Immunität gegen das Schlangengift.

Es iſt beſonders erwähnenswert, daß viele Schlangen Abwehrgewohnheiten beſitzen, bei denen ſie auf das Beißen verzichten können. So iſt es bekannt, daß manche Giftſchlangen bei Bedrohung ſich ziſchend aufrichten und das Sekret ihrer Giftdrüſen ihrem Feinde entgegenſpritzen. Dieſe viel bezweifelte Tatſache iſt neuerdings von Hobley in Uganda für Naja nigricollis durch ſorgfältige Beobachtung beſtätigt worden. Die genannte Art iſt tatſächlich eine giftſpeiende Schlange; denn ſie ſpritzt einem Menſchen oder Tier einen Strahl farbloſer Giftflüſſigkeit ins Geſicht und macht ſich dann davon. Bei Naja haje und Sepedon haemachetes ſind von Jameſon in Südafrika ſchon früher die entſprechenden Beobachtungen gemacht worden; er ſtellte feſt, daß es ſich wirklich um „Spucken" handelt, indem die Schlange vor dem Spritzen Luft einſaugt. Auch Bitis gabonica ſpeit Gift. Auf Schleimhäuten, beſonders denen der Augen erzeugt das Gift ſehr ſchwere Entzündungen. Ähnliches Spucken wird auch von ungiftigen Schlangen angegeben. Bei den giftigen Schlangen genügt ja vielfach das für ſie ſo charakteriſtiſche Zuſammenrollen und das Aufrichten des Vorderteils, um einen Angreifer abzuſchrecken. Bei nicht wenig Schlangen kommt noch das Aufblähen der Halsregion hinzu, und die meiſten Formen wohl erſchrecken ihre Gegner durch heftiges Ziſchen. Der Schreck, den die Stellung und Bewegung der giftigen Schlangen deren Verfolgern einflößt, wird auch von ungiftigen Schlangen ausgenützt. Viele ungiftige Schlangen benehmen und bewegen ſich ganz ähnlich wie giftige Formen und haben davon den für ſie vorteilhaften Schutzerfolg.

Unter den übrigen Reptilien ſei hier noch auf die giftigen Eidechſen Mexikos und der ſüdlichen Vereinigten Staaten (Heloderma horridum, Wiedm. und H. suspectum Cope) hingewieſen, deren Gift außerordentlich wirkſam iſt, an das Schlangengift erinnert, von dem relativ harmloſen Tier aber offenbar hauptſächlich zur Verteidigung gebraucht wird. In der gleichen Gegend kommt eine weitere Reptiliengattung, die der Krötenechſen (Phrynosoma) vor, welche die eigentümliche Gewohnheit haben, ihren Feinden aus den Augen, wahrſcheinlich aus dem Augenlid, Blut entgegenzuſpritzen. Dieſe viel bezweifelte Erſcheinung iſt neuerdings von Ditmars beſtätigt worden.

Auch die Vögel ſpucken vielfach ihre Feinde an, und zwar iſt es beſonders von den Neſtlingen der Sturmvögel, Albatroſſe und anderer Schwimmvögel bekannt, daß ſie Angreifern ihren übelriechenden Kropfinhalt entgegenſpeien. Seevögel ſind es auch vorwiegend, welche, wenn ſie oder ihre Neſter bedroht werden, in der Aufregung ihren Kot in der Richtung gegen den Feind entleeren. — Lamas und Huanakos ſpeien ihrem Angreifer ins Geſicht.

Bei Säugetieren iſt Verteidigung durch Produkte von Analdrüſen ſehr häufig. Vor allen Dingen die kleinen Raubtiere aus der Gruppe der Muſteliden ſind durch Stinkdrüſen ſehr gut verteidigt. Das iſt z. B. für unſern Marder, Iltis, Wieſel, für Stinkdachſe und Stinktiere (Conepatus, Melictis, Mephitis) wohlbekannt. Der malaiiſche Stinkdachs (Mydaus meliceps) ſpritzt das Stinkdrüſenſekret $^1/_2$ m weit. Es erzeugt einen unerträglichen Geſtank, der außerordentlich zäh an den beſudelten Gegenſtänden haftet. Es iſt das ja auch für die amerikaniſchen Stinktiere oder Skunks (Angehörige der Gattung Mephitis) eine ſehr bekannte Tatſache. Die Gattung iſt über ganz Amerika verbreitet, und in vielen Gegenden ſind die Tiere ſehr häufig. Der Geſtank, der von ihrem Stinkdrüſenſekret ausgeht,

Digitized by Google

ist über alle Beschreibung scheußlich. Er soll auf Kilometer wahrnehmbar sein und soll über einen Monat lang sich bemerkbar machen. Menschen, die mit ihm in Berührung gekommen sind, sollen auf Wochen für den Verkehr mit andern Menschen unmöglich sein. Sehr interessante Beispiele davon gibt z. B. W. H. Hudson in seinem Buch über La Plata. Auch soll das Sekret ätzend auf Schleimhäute wirken und starke Schmerzen verursachen. Das Stinktier ist in seinem Benehmen ein charakteristisches Beispiel für die Gruppe der gutgeschützten Tiere. Es ist schwarz-weiß auffallend gefärbt, bewegt sich langsam, gerät nicht in Aufregung, wenn es verfolgt wird, sondern marschiert ganz langsam vorwärts, hebt seinen Schwanz in die Höhe und schießt mit Präzision eine wohlgezielte Ladung des Stinkdrüsensekretes bis auf 6 m Entfernung auf seinen Verfolger. Da es, wo es vorkommt, häufig ist und sich so auffallend benimmt, muß in La Plata z. B. jeder junge Adler, Geier, Fuchs, jede Wildkatze und jeder Puma einmal seine Erfahrungen mit ihm machen. Hudson beschreibt, wie ein ausgehungerter Geier (Polyborus tharus) ein Stinktier verfolgt, zögernd angreift, vor der Bereitschaftsstellung des kleinen Tiers zurückschreckt, dann schließlich sich vorwärts stürzt, den Schwanz mit dem Fang ergreift, um schließlich erschreckt zurückzufahren. — Auch Insektenfresser, z. B. Spitzmäuse, sind durch Stinkdrüsen vielfach geschützt.

Bei all diesen letzterwähnten Beispielen handelte es sich um Tiere, welche ihren Feind durch Handlungen, die ihn nicht erheblich schädigten, von einer weiteren Verfolgung abschrecken. Die Wirkung wird erzielt durch Einfluß auf bestimmte Sinnesorgane des Gegners. In manchen der genannten Fälle ist die Wirkung jeweils dem angegriffenen Individuum selbst nützlich, so gerade bei den zuletzt besprochenen Beispielen. In andern Fällen, wie z. B. bei den übel schmeckenden und riechenden Insekten, wird der Nutzen für die betreffende Art immer nur durch das Opfer einer ganzen Anzahl von Individuen erkauft. Die jungen Vögel und andere Tiere versuchen, wenn sie sich selbständig zu ernähren beginnen, immer wieder solche übelschmeckende oder übelriechende Tiere zu fressen. Sie machen aber die Erfahrung, daß die betreffenden Tiere nicht gut sind oder sogar üble Folgen auslösen, wenn sie verschluckt werden. So lernt denn jedes junge Tier durch Erfahrung, sich vor diesen üblen Bissen zu hüten, und das Opfer, welches die betreffende Spezies gebracht hat, erweist sich als ein wohl angewandtes. Versuche, welche speziell Lloyd Morgan gemacht hat, haben gezeigt, daß tatsächlich junge Vögel nicht von vornherein übelschmeckende Insekten instinktiv ablehnen, daß sie aber sehr rasch sie zu unterscheiden lernen und dann voll Ekel zurückweisen.

Die Tatsache, daß alle höheren Tiere Sinneseindrücke im Gedächtnis zu behalten vermögen und auf Grund der im Gedächtnis aufbewahrten Eindrücke ihre Handlungsweise modifizieren, macht es möglich, daß bei den schutzbedürftigen Tierformen eine Menge von Abwehranpassungen sich ausgebildet haben, welche ohne jene Eigenschaften der verfolgenden Tiere gänzlich unwirksam sein müßten.

Übrigens gibt es auch Spezialisten, welche alle in den letzten Abschnitten erörterten Schutzanpassungen zu überwinden vermögen. Einige haben wir schon erwähnt. Wir heben noch hervor, daß Kuckucke zu den wenigen Vögeln gehören, welche eine ganze Serie von verschiedenen Wehrmitteln der Insekten übertrumpfen. Sie fressen die haarigen, selbst die „brennenden" Raupen, Käfer mit giftigem Blut, wie die Coccinelliden, und nach Bates frißt der Kuckuck Dendronomus in Kamerun selbst die wehrhaften Ameisenarbeiter (vgl. S. 139).

Digitized by Google

d) Tonerzeugung zur Verteidigung. Abwehrbewegungen.

Die Erzeugung bestimmter Töne dient vielen Tieren als Mittel zur Verscheuchung von Feinden. Jeder von uns ist schon einmal erschreckt zurückgefahren, wenn plötzlich vor ihm eine der seltsamen Schnarrheuschrecken mit knatterndem Geräusch aufflog, um sich in einiger Entfernung unter dem Schutze ihrer Anpassungsfärbung wieder niederzulassen. Soziale und solitäre Bienen umschwirren unter lautem Summen die ihre Nester bedrohenden Eindringlinge. Versuche mit Vögeln, welche Lloyd Morgan angestellt hat, haben gezeigt, daß das Summen von Bienen und mancher Fliegen sie manchmal wirksamer gegen Verfolger schützt als das Gift ihres Stachels. Das Geschrei erschreckter Frösche hat schon manchmal einen Verfolger veranlaßt, das Tier fallen zu lassen. Das Zischen der Schlangen und anderer Reptilien wirkt deutlich schreckenerzeugend auf alle möglichen Tiere. Und auch das Klappern der Klapperschlange ist eine Art von Warnungssignal, welches manche Feinde von dieser durch ihr Gift so wehrhaften Schlange fernhält. Die Klapper, mit der sie das Geräusch erzeugt, besteht aus hohlen Hornkapseln, welche bei der Häutung nicht mit abgeworfen werden, so daß nach jeder Häutung die Klapper um ein Glied wächst. Noch an den toten und getrockneten Exemplaren läßt sich das eigentümliche Geräusch erzeugen. Zischen ist ein Verteidigungslaut, der auch vielen Vögeln eigentümlich ist. Gänse, Wiedehopfe u. a. zischen mit vorgestrecktem Hals ihren Verfolger an. Papageien, Seevögel, überhaupt gesellige Vögel, wie Hühner, Truthühner, auch Enten, suchen vor allen Dingen ihre Brutkolonien durch ein gemeinsames Geschrei und Geschnatter zu verteidigen. Wenn bei einer Brutkolonie nordischer Seevögel ein Schuß abgegeben wird, oder wenn sich ein Mensch oder ein Feind aus dem Tierreich zwischen die Nester hineinbegibt, dann erhebt sich ein ohrenbetäubender Lärm, und das Flügelschlagen und Getöse der geängstigten Vögel ist so verwirrend, daß Raubtiere und Raubvögel in vielen Fällen dadurch verjagt werden. Auch die jungen Nestvögel der verschiedensten Arten suchen Nesträuber durch ihr Geschrei zu verscheuchen. Das Brüllen und Bellen der Säugetiere dient ebenfalls in vielen Fällen zur Abschreckung von Feinden. Wie wir oben gehört haben, daß die Raubtiere ihr Gebrüll als Mittel zur Einschüchterung ihrer Beute verwenden, so sehen wir sie es auch ausstoßen, um ihnen überlegene Feinde abzuschrecken. Die Schakale und wilden Hunde bellen und heulen, wenn der Löwe in ihrer Nähe erscheint. Wenn die Herden der großen Huftiere von einem Raubtier angegriffen werden, so sind ihre Abwehraktionen von Gebrüll und Geschrei begleitet. Auch die Affen schimpfen und schreien ihren Angreifern entgegen, und wenn eine große Herde von Brüllaffen, von Pavianen oder Meerkatzen einen Jaguar oder Leopard anschreien und bedrohen, so läßt das sonst so mutige Raubtier sich oft vom Angriff abhalten.

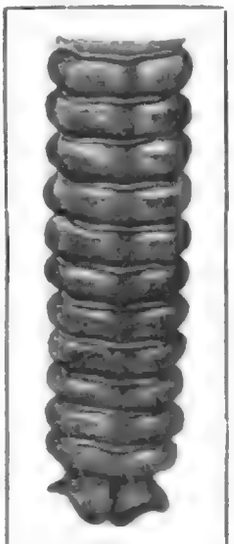


Abb. 330. Klapper der Klapperschlange (Crotalus rhombifer). Das letzte Glied der Klapper ist abgelöst, um die Zusammenfügung der einzelnen Glieder zu erläutern. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

Sehr viele Tiere nehmen bei drohender Gefahr bestimmte Stellungen ein. Wir können dieselben als Bereitschaftsstellungen bezeichnen; denn je nach den betreffenden Tierarten stellen sie eine Vorbereitung zur Flucht oder zur Verteidigung dar. In letzterem Fall genügt oft die drohende Stellung, um Feinde abzuschrecken. So sehen wir Krebse und Krabben bei Bedrohung eine aufgerichtete Stellung annehmen, wobei sie ihre Scheren weit geöffnet dem Angreifer entgegenhalten. Skorpione

Digitized by Google

Abb. 1. Wappenbild mit Tier und Pflanze. Wilde Frau, Schild mit Tannenbaum, Helmzier Tannenbaum, Decken schwarz-silber, Wappen der Familie Tannenberger. Aus dem Wappenbuch des Conrad Grünenberg, Constanz 1483. Original im Besitz des Herrn Grafen Adelmann von Adelmannsfelden, Ellwangen.

Igel, Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Fig. 1. Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Igel, Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Igel, Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Fig. 2. Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Igel, Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Fig. 3. Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Igel, Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Fig. 4. Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Igel, Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Fig. 5. Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Igel, Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Fig. 6. Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Igel, Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Fig. 7. Igel, Stachelschwein, Tanrek, Igeltanrek, Schlitzrüssler, Goldigel, Borstenigel, Haarigel, Spitzmaus, Wimperspitzmaus, Rüsselspitzmaus

Fig. 1. Ursus arctos.

Bruins (Ursus arctos) and Polar Bears (Thalarctos maritimus) are found in the Arctic regions of both hemispheres, and in the mountainous districts of Europe, Asia, and North America. Their fur is long and thick, and their limbs are powerful. They are plantigrade, and have five toes on each foot, armed with strong claws. They are omnivorous, and feed on fruits, roots, honey, fish, and flesh. They are solitary animals, and live in caves or hollow trees. They hibernate during the winter months. The female usually produces two cubs at a birth, which remain with her for about two years. Bruins are shy animals, and avoid the haunts of man. They are hunted for their fur, flesh, and fat. The Polar Bear is the largest of the bear family, and is a powerful swimmer. It feeds chiefly on seals and fish, and is a dangerous animal when provoked.

Amphibien, vor allem viele tropiſche Baumfröſche ſind glänzend blau, rot, gelb gefleckt und haben gar kein Beſtreben, ſich zu verbergen. Gerade an einer ſolchen Form (Phryniscus = Ateleopus varius?) hat Belt in Nikaragua Verſuche durchgeführt, aus denen hervorgeht, daß ſie von Vögeln, die andere Amphibien gerne freſſen, verſchmäht werden. Bei einer anderen Phryniscus-Art (Phr. nigricans Boll) hat Darwin beobachtet, daß ſie in Argentinien in der ſonnigen Ebene, ohne jede Tendenz zum Verbergen, ſich ganz offen umhertrieb. Dieſe Art iſt tiefſchwarz auf dem Rücken und hat karminrote Flecken an Bauch und Füßen Sie muß alſo von Sand oder Gras ſtark abſtechen. Auch die auffallende, ſchwarzgelbe Livree, die unſer gefleckter Salamander trägt, iſt als eine ſolche Warnfarbe aufzufaſſen.

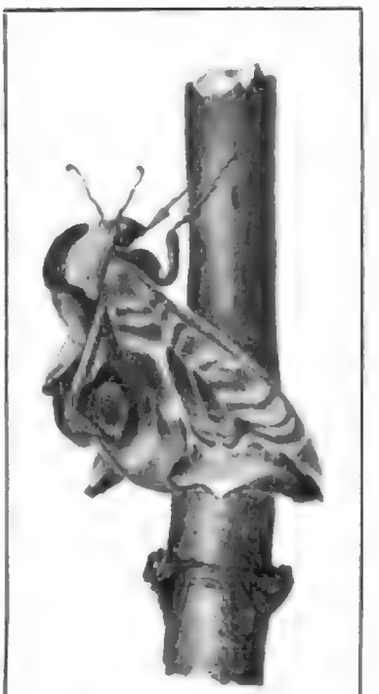


Abb. 335.
Das Abendpfauenauge in Schreck- (bzw. „Trutz-") ſtellung. Nach Japha.

Viele giftige Fiſche ſind grell gefärbt, ſo die Trachinus-Arten uſw. Die ſehr auffallenden Farben des mit ätzenden Giftdrüſen verſehenen Seeigels Asthenosoma urens iſt nach Semon ebenfalls eine Warnfarbe.

Schwarzgelbe oder gelbdunkelbraune Streifung und Fleckung iſt beſonders häufig bei ungenießbaren Inſekten. Wir alle kennen ſie als weitverbreitet unter den mit Giftſtacheln verſehenen Weſpen und Bienen. Auch bei Käfern, wie den Totengräbern und vielen exotiſchen Formen kommt ſie vor. Auffallende Kontraſtfarben zeigen die durch ihr giftiges Blut geſchützten Telephoriden, Kantharіden, Coccineliden und Chryſomeliden. Die durch ſchlechten Geſchmack geſchützten Ariſtolochienfalter (vgl. S. 367) ſind ſehr auffällig ſamtſchwarz gefärbt und beſitzen ſtark ſich abhebende rote Flecken. Grell in die Augen ſtechen die gelben, roten, weißen und ſchwarzen Fleckungen und Streifungen der Heliconiden und Danaiden, die ſchwarz, weiß und metalliſchblauen Töne der Euplöen, die ſchwarzweißroten Farben der Acraeen. Alle Schmetterlinge aus dieſen Familien ſind nach den Beobachtungen von Bates, Belt, Trimen, Wallace u. a., von denen ich viele aus eigener Erfahrung beſtätigen kann, durch einen langſamen, trägen Flug ausgezeichnet. Sie gaukeln offen, ohne Neigung zu eiliger Flucht oder zum Verſtecken, im Sonnenſchein umher. Sie alle haben auch auf der Unterſeite der Flügel auffallende Farben und unterſcheiden ſich dadurch von den vielen Tagſchmetterlingen, bei denen die Unterſeite der Flügel Schutzfärbung trägt. Auch auf den Blüten und beim Ausruhen zeigen ſie keine Tendenz, ſich zu verbergen; ſie erſcheinen keck, im Vertrauen auf ihre Ungenießbarkeit und auf ihre Färbung, welche dieſe Ungenießbarkeit allen Verfolgern ſchon von weitem ſignaliſiert. Unter unſern einheimiſchen Schmetterlingen ſind die auffallend gefärbten ſogenannten Blutströpfchen, die Zygäniden, ſehr wenig ſcheu. Auch die Raupen, welche ſchlecht ſchmecken, ſind durchweg grell gefärbt und mit auffallenden Längs- oder Querbändern in ſtark kontraſtierenden Farben ausgezeichnet. So ſind auch die mit Brennhaaren verſehenen und giftigen Inſektenlarven ganz außerordentlich auffallend gefärbt. Gerade mit Raupen von einheimiſchen Schmetterlingen, die ſehr auffallende Farben haben, wie z. B. Abraxas grossulariata, Diloba caeruleocephala, Anthrocera filipendula und Cucullia verbasci, ſind viele Verſuche von den Mitarbeitern von Wallace, von Weismann, Poulton und vielen andern durchgeführt worden, die gezeigt haben, daß

Digitized by Google

ſie ſowohl von Vögeln als auch von Eidechſen zurückgewieſen werden. Lloyd Morgan hat mit jungen Vögeln einer Reihe von verſchiedenen Arten Verſuche durchgeführt, welche deutlich zeigten, daß all die jungen Vogelindividuen die ungenießbaren oder gefährlichen Inſekten erſt während ihres Lebens aus eigener Erfahrung unterſcheiden lernen. Dasjenige junge Tier, welches beim Freſſen eines mit einem Stachel verſehenen Hymenopters eine ſchlechte Erfahrung gemacht hatte, ſcheute ſich, ein zweites Mal ein Individuum der gleichen Art anzupacken, auch wenn demſelben der Stachel ausgeriſſen worden war. Vögel, welche einmal Raupen des Jakobskreuzkrautſchwärmers (Euchelia jacobaeae) verſucht und wieder ausgeſpien hatten, nahmen ſolche nicht wieder an. Andere, im gleichen Käfig gehaltene junge Vögel der gleichen Arten, die noch nicht die ſchlechte Erfahrung gemacht hatten, machten aber immer zuerſt den Verſuch, die ungenießbaren Tiere zu freſſen.

Neuerdings ſind zahlreiche neue Beobachtungen bekannt geworden, welche ſich auf das Verhalten räuberiſcher Tiere gegen ſchlecht ſchmeckende oder mit Warnfarben verſehene Inſekten beziehen. Aus ihnen geht hervor, daß vor allem die Vögel fein zu unterſcheiden verſtehen. Aſiliden, Raubweſpen, Libellen kümmern ſich nicht um Schreckfarben, ebenſowenig in den meiſten Fällen nach den Beobachtungen von Shelford, Guy Marſhall u. a. die Mantiden. Letztere freſſen ſogar, vor allem wenn ſie ſehr hungrig ſind, Danainen, Acräinen uſw. Bei Mantiden und Spinnen zeigte ſich jedoch, daß ſie manche ſchlecht ſchmeckende Arten verſchmähten, nachdem ſie ſie gefangen und verſucht hatten. Die Warnfarben nützen alſo ihnen gegenüber nicht. In ſolchen Fällen zeigt ſich der Nutzen einer anderen Beſonderheit, die viele ſchlecht ſchmeckende Tiere beſitzen ſollen, nämlich einer beſonderen Zählebigkeit und Heilungsfähigkeit ſelbſt ſchwerer Wunden.

Bemerkenswert iſt die Tatſache, daß eine Anzahl von Spinnenarten, z. B. die ſüdeuropäiſche Malmignatte (Latrodectus tredecimguttatus), Katipo (L. hasselti) in Madagaskar, ferner die unter den Namen Vancoho in Neuſeeland, Queue rouge in Weſtindien bekannten Arten der Gattung Latrodectus, von den Bewohnern der Länder, in denen ſie vorkommen, allgemein für giftig gehalten werden. Sie ſind es nicht für den Menſchen, wenigſtens nicht in hohem Maß, ſchwere Erkrankungen oder gar Tod nach ihrem Biß iſt nicht mit Sicherheit nachgewieſen; die ſtark hervorleuchtenden roten und gelbroten Flecken auf ihrem Körper wirken aber offenbar ſelbſt auf den Menſchen als Warn- oder Schreckfarben.

f) Schützende Ähnlichkeit.

Wir kennen zahlreiche Tierformen, welche, ohne Verſtecke zu benutzen, ohne durch beſondere Verteidigungswaffen oder andere Schutzmittel geſichert zu ſein, auch ohne durch Warnfarben aufzufallen, ſich in vieler Beziehung ganz ähnlich verhalten wie die in den letzten Abſchnitten behandelten Tiere. Auch ſie fliehen nur auf geringe Entfernungen oder bleiben überhaupt an dem Ort, an welchem ſie von einer Gefahr überraſcht werden. Und unter dem Eindrucke der Gefahr bleiben ſie vollkommen regungslos, ohne allerdings in einen Zuſtand der Starrheit zu verſinken. Sie halten ſo ruhig, als befänden ſie ſich in einem geſicherten Verſteck, und tatſächlich ſind ſie verborgen. Aber nicht dadurch, daß für die Augen ihrer Verfolger undurchdringliche, undurchſichtige Gegenſtände ſie umgeben, ſondern dadurch, daß ſie ihrer Umgebung ganz außerordentlich ähnlich ſehen. Dieſe ſchützende Ähnlichkeit vereint mit dem inſtinktiven für die Situation zweckmäßigen Benehmen der Tiere ſchützt ſie ſo gut oder noch beſſer als ein Panzer oder als eine Höhle.

Digitized by Google

Im einfachsten Falle ist es der allgemeine Farbton des Körpers, welcher die Ähnlichkeit mit der Umgebung bedingt. Am auffallendsten ist diese Erscheinung in solchen Gegenden, welche sehr einförmig sind und welche daher weit hin für alle lebenden Wesen ähnliche Bedingungen darbieten. Das gilt für die Wüste, die Schneegefilde der Hochalpen und der Polarländer, für die Grasflächen der Wiesen- und Steppenländer und die unermeßlichen Laubmassen der großen Urwälder. Alle diese Gebiete haben eine so ausgeprägte Individualität, daß sie mit großer Gewalt auf ihre sämtlichen Bewohner einwirken. So sehen wir, daß die Wüstentiere die braune, gelbe oder graugelbe, die Schneetiere die weiße, die Gras- und Baumtiere sehr vielfach die grüne Uniform tragen, welche die Lebensbedingungen ihres Wohnbezirks ihnen aufgezwungen haben.

Bei den Wüstentieren ist die allgemeine Übereinstimmung in der Färbung der größeren Tiere ganz besonders auffallend, und sie führt zu einer weitgehenden Ähnlichkeit der Farbe des Tieres mit derjenigen des gelben Sandes, der bräunlichen oder der braungrauen Felsen (Tafel IV). In den nordafrikanischen Wüsten finden wir die gelben Katzenarten, braungelbe Antilopen; die Lerchen, Gimpel, Wachteln, Hühnerarten, auch Steinschmätzer, Sylvien usw. haben sämtlich eine derartige Kombination der Flecken des Gefieders, daß sie, von einiger Entfernung gesehen, auf dem Wüstenboden vollkommen verschwinden. In den asiatischen Wüsten finden wir bei Vögeln und Säugetieren die gleiche Erscheinung, Wildesel und Kamele, Antilopen und die vielen kleinen Raubtiere und Nagetiere, welche die zahlreichen Wüstengebiete West- und Zentralasiens bewohnen, sie alle tragen die Khakiuniform der Wüste. Nicht minder gilt dies für die Wüsten Australiens und Amerikas. Von Bedeutung ist es auch in diesem Zusammenhang, daß Wüsten- und Steppenvögel fast stets auffallender Farben und Zeichnungen entbehren. So ist z. B. von den Landvögeln der Pampas Argentiniens nur eine Sturnella-Art mit auffallend scharlachroter Brust geschmückt, keine andere Art zeigt brillante Farben. Noch auffallender wird diese allgemeine Ähnlichkeit der Wüstentiere untereinander und mit der Bodenfarbe der Wüste, wenn wir die Reptilien und unter den Insekten vor allem die Heuschrecken ins Auge fassen. Die Skinke, die Eremias, Acanthodactylus, die Geckonen aber auch die zahlreichen Giftschlangen der Wüste (z. B. Arten der Gattung Cerastes, C. cornutus L.) sind dem Boden ihrer Heimat ganz außerordentlich ähnlich gefärbt.

Dabei fällt, wie auch in einigen anderen später zu besprechenden Fällen der Schutzfärbung, sehr stark auf, daß viele Wüstentiere nicht ringsum und am ganzen Körper wüstenfarbig sind, sondern daß nur der Teil ihres Körpers die Schutzfärbung trägt, der bei Ruhestellung von oben und von der Seite sichtbar ist. Bei den Heuschrecken z. B. ist das zweite Flügelpaar häufig sehr lebhaft gefärbt, auch am Hinterleib und an anderen Teilen des Körpers kommen auffallend gefärbte Flecken vor. Alle diese Teile sind unsichtbar, wenn das Tier mit zusammengeklappten Flügeldecken und angezo[illegible]nen Beinen sich ganz ruhig verhält. Was uns aber vor allem überraschen muß, ist die bei Wüstentieren sehr weit verbreitete weiße Färbung der Unterseite. Die Säugetiere der Wüste, z. B. der Fennek oder Wüstenfuchs, die Gazellen, die Wüstenvögel haben einen weißen Bauch. Wir können uns durch einen einfachen Versuch davon überzeugen, daß diese Art der Färbung für die Tiere sehr vorteilhaft ist. Streichen wir z. B. ein Brett mit gelbbrauner Farbe gleichmäßig an, und legen wir auf dieses Brett zwei Kugeln, von denen die eine ringsum gleichmäßig mit der gleichen gelben Farbe angestrichen ist wie das Brett, während die zweite nur auf der Oberseite gelb aber auf der Unterseite weiß angestrichen ist, so können wir ein sehr auffallendes Phänomen feststellen. Im starken Sonnenlicht scheint nämlich die Kugel mit der weißen Unterseite in

der gelben Farbe der Unterlage fast vollkommen zu verschwimmen. Die ringsum gelb angestrichene Kugel hebt sich jedoch vom Untergrund viel deutlicher ab, da sie einen starken schwarzen Schlagschatten wirft. Die Kugel mit der weiß angestrichenen Unterseite jedoch wirft einen viel weniger deutlich abgegrenzten und sichtbaren Schatten, da die von der weißen Unterseite reflektierten Lichtstrahlen diesen zum Teil aufheben. Genau wie eine solche Kugel wirken die mit einer weißen Bauchseite versehenen Wüstentiere. Ja, sie verschmelzen in noch viel weitergehendem Grade mit ihrer Umgebung, da weder diese noch sie selbst eine ganz gleichmäßige gelbe Färbung besitzen. Die gelbe Farbe ihrer Oberfläche setzt sich aus zahlreichen Flecken und Strichen zusammen, welche alle möglichen Nüancen von gelb und braun, ja selbst von rot, weiß und schwarz aufweisen. So bieten die Tiere auf ihrer Oberfläche die gleiche weiche, unbestimmte Tönung dar, welche für die sie umgebende Natur charakteristisch ist.

Die Wüste ist nun nicht etwa überall die einförmige Sandfläche, als welche die Phantasie sie sich oft vorstellt. Es gibt ja außer der Sandwüste Felsenwüste, Geröllwüste, Kieswüste usw., und alle diese Wüstenformationen können die vielfältigsten Übergänge zum Charakter der Steppe aufweisen. Dieser Tatsache entsprechend, finden wir bei den Wüstentieren, jeweils dem Charakter ihrer besonderen Umgebung entsprechend, eine ganze Menge von wohlangepaßten Varietäten. So hat speziell Vosseler bei den Heuschrecken der algerischen Sahara gezeigt, daß die gleiche Art je nach Farbe und Struktur des Untergrundes, auf welchem sie vorkommt, eine verschiedene Färbung und Zeichnung besitzen kann. Während sie z. B. auf gleichmäßigem Sandboden gleichmäßig braungelb gefärbt ist, zeigt sie, wenn Kies und Steine untermischt sind, eine verschieden grobe und unregelmäßige braune Zeichnung auf gelbem Untergrunde.

Ähnliches gibt J. S. Whitaker von den Haubenlerchen Tunesiens an; sie sind in den bergigen und fruchtbaren Gebieten des Nordens dunkel, in den tieferen und trockneren des Zentrums heller, in der dürren Wüste des Sudans „isabell" und sandfarben.

Die Schattenlosigkeit der Wüste bringt es mit sich, daß Gestein und Sand bei Tag eine Gluthitze ausstrahlt, welche die meisten Tiere zwingt, in gesicherten Verstecken die Stunden des hohen Sonnenstandes zu verbringen. Daher sind viele Wüstentiere Dämmerungs- und Nachttiere; in der Dämmerung ist ihre Schutzfärbung von doppelter Wirksamkeit, und auch am Tag sind sie vor den immerhin vorhandenen räuberischen Tagtieren in ihren Verstecken in der gleichen Weise geschützt, wie wir es gleich nachher für die Nachttiere im allgemeinen zu besprechen haben werden (S. 380).

Nicht so ausgedehnt wie die Wüstengegenden und nicht so geeignet zur Entfaltung eines reichen eigenartigen Tierlebens sind die Schneegefilde. Immerhin gibt es aber auch dort eine ganze Menge von Säugetieren und Vögeln, welche an das Leben auf dem Schnee angepaßt sind. Und das gilt besonders für jene Gegenden, in denen fast immer Schnee liegt. Doch auch in denjenigen Gegenden, in denen während des Sommers der Schnee schmilzt, ist vielfach der Winter so lang und schneereich, daß er einen Einfluß auf die Lebensweise der dort hausenden Tiere ausüben muß. Zu den charakteristischen Polartieren gehören Eisbär, der amerikanische Polarhase, der Grönlandfalke, die Schneeeule und die Schneeammer (vgl. Farbentafel V). Sie alle bleiben das ganze Jahr weiß. Der Eisfuchs dagegen, der gemeine Schneehase z. B. Skandinaviens und der Alpen, Hermelin, Wiesel und Schneehuhn sind nur im Winter weiß; im Sommer dagegen, wenn allenthalben die braune Erde zutage tritt, besitzen sie die braune Färbung, welche sie nun wiederum ihrem Aufenthaltsorte möglichst ähnlich macht.

Digitized by Google

Harvard University

Digitized by Google

Die anderen Lebensbezirke, in denen wir eine gewisse Uniformierung der Tiere nachweisen können, sind entweder nicht in so weiter Ausdehnung gleichmäßig ausgebildet wie die Wüste und die Schneegefilde, oder sie haben eine so vielseitig angepaßte Tierwelt, daß die Tatsache der Uniformierung bei ihnen nicht so auffallend dem Beobachter entgegentritt. Tatsächlich finden wir ja in den Urwäldern ganze Gruppen von Vögeln, deren vorherrschende Farbe grün ist. Und zwar sind grüne Vögel in größerer Anzahl nur in denjenigen Gegenden verbreitet, in denen ein immergrüner Urwald das ganze Jahr hindurch die gleichen Lebensbedingungen darbietet. Wie charakteristisch ist die grüne Farbe zahlreicher Papageien der Tropen, der alten wie der neuen Welt. Sie sind gesellige Vögel, die vielfach in großen Flügen vorkommen, ähnlich den grünen früchtefressenden Baumtauben der indischen Tropen. Tropisch sind auch die vielen grünen oder doch vorwiegend grünen Bienenfresser, Turacos, Buccos.

In den gleichen Gebieten sind die Baumkronen bevölkert von grünen Baumschlangen, giftigen wie ungiftigen. Als Beispiele nenne ich nur die in der Jugend lebhaft grüne Baumviper (Lachesis Wagleri), die ungiftigen, baumbewohnenden amerikanischen Kolubriden aus der Gattung Herpetodryas, die altweltlichen Dendrophis, Dendrelaphis und Chlorophis und die schönen baumbewohnenden Peitschenschlangen, unter ihnen die indischen Dryophis-Arten, die amerikanischen und malayischen Philodryas-Arten. Es sind dies Schlangen aus ganz verschiedenen Gruppen; denn Dryophis und Philodryas sind opisthoglyphe Colubriden usw. Auf dem immergrünen Laub der Urwaldbäume tummeln sich lebhaft grün gefärbte Baumgeckonen im Lichte des Tages und unterscheiden sich dadurch sehr wesentlich von ihren nächtlichen Verwandten. Auch die zahlreichen baumbewohnenden Chamaeleons der afrikanischen Tropen sind blattfarbig und oft sogar im Umriß Blättern und Baumteilen ähnlich. Ihnen schließen sich die grünen Baumfrösche an; nur aus dem betäubenden Konzert, welches sich allnächtlich erhebt, können wir erschließen, in welch ungeheuren Mengen sie die Kronen der Urwaldriesen beleben. Die Vettern Sarasin beschreiben, wie sie auf Celebes einen grünen Laubfrosch auf einem Arumblatt fingen: „wir erwischten ihn leicht, da er sich wegen der Ähnlichkeit seiner Hautfärbung mit derjenigen des Blattes unbeobachtet meinte". Ich brauche kaum an die Fülle grüngefärbter Heuschrecken, Käfer, Raupen und Larven aus allen möglichen Abteilungen des Insektenreiches zu erinnern, von deren besonderen Anpassungen wir ja bald noch merkwürdige Einzelheiten zu berichten haben werden.

Zum Teil sind es die nächsten Verwandten der soeben besprochenen Formen, welche eine grüne Farbe als schützende Anpassung in den Grasfluren der Alpengegenden, der Prärien und Steppen tragen, solange diese Vegetationsgebiete im Frühlingsgrün prangen. Ein Gang über unsere Alpenwiesen im Frühsommer genügt, um zu zeigen, daß auch bei uns eine Farbenanpassung von Tieren an ihre grüne Umgebung nicht selten ist (Farbentafel VI). Alle jene Formen aber, die wir dort beobachten können, die Heuschrecken, die Raupen, die Zikaden und Blattwanzen, die grünen Spinnen, sie alle teilen mit den Pflanzen unserer Breiten die kurze Lebensperiode. Wenn der Herbst das lebhafte Grün der Wiesen dämpft, dann sind auch alle diese Tiere verschwunden und überdauern den Winter in Formen, denen die Natur andere Arten des Schutzes verliehen hat.

Eine letzte Gruppe von gleichmäßig uniformierten Tieren bei denen wir geneigt sind, eine schützende Ähnlichkeit anzunehmen, sind die Nachttiere. Bei Nacht sind ja nach dem Sprichwort alle Katzen grau, aber schon in der Dämmerung ist es für die Tiere ein großer Vorteil, wenn sie eine gleichmäßige, verschwommene, graubraune Färbung besitzen. Vor

Digitized by Google

…Jungen aber wird …ihnen eine solche Färbung zum Vorteil, ja vielleicht …wenn sie …, …tsend in ihren Verstecken sich befinden. …
… zu im Schatten … dämmerige Örtlichkeiten, an denen …
… des … vor den Augen seiner Verfolger …

… nächtliche … Mäuse, Ratten, auch die Fledermäuse, Maulwürfe …
… gefleckte Fell. Es erinnert im Gesamt… …
… Erdschwalben. Und von großem Interesse …
… Unterschied von den vorhin erwähnten …
… Geckonen die Mehrzahl der Geckonen grund… …
… ausgesprochen nächtliche Lebensweise …
… Insekten, vor allen Dingen der Nacht… …
… ährlicher sprechen, weil wir gleich an …

… in den Darstellungen über Schutzfärbung …
… Mäusen und anderer Tiere als einen Fall …
… wird man geneigt, in manchen …
… wenn man am Ufer eines Teiches …
… mit dem Zwischenraum eine der …
… sehr selten der, daß man das verfolgte Tier …
… Entfernung …, es uns dann nach einiger …
… Nähe. Der …reich wird uns parallel dem Pflanzenstengel …
… Die …gen Flügel …d dem glänzenden …
… verraten das Tier seinem Verfolger nicht …
… Weise …, sondern …, so für die …
… gelten, so für die …
… kommunen. Ob wir …
… Kalktiere des Ozeans als eine …
… Die Tiere des Plank… …
… Anzahl sehr kleine …
… Formen das Meerwasser …
… Planktonorganismen …
… ten Kristalltiere …
… Organe, deren Sinn …

… Naturgewalt als …
… Dienem so gleichartigen …
… in der Gefan…
… die Tat…
… natürlich stets …
… …

Digitized by Google

Mark Rothko, Untitled, 1968, oil on canvas, 115.6 × 146.7 cm

allen Dingen aber wird ihnen eine solche Färbung zum Vorteil, ja vielleicht zur Notwendigkeit, wenn sie bei Tag ruhig und schlafend in ihren Verstecken sich befinden. Meist sind dies ja im Schatten oder Halbdunkel befindliche Örtlichkeiten, an denen die graubraune Fleckung der Oberfläche das Tier vorzüglich vor den Augen seiner Verfolger zu schützen vermag.

Viele nächtliche Nager, Mäuse, Ratten, auch die Fledermäuse, Maulwürfe, Nachtaffen haben ein gleichmäßig, oft eigenartig gesleckes Fell. Es erinnert im Gesamtcharakter an das Gefieder der Eulen und der Nachtschwalben. Und von großem Interesse ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß zum Unterschied von den vorhin erwähnten baumbewohnenden grünen und bunten Taggeckonen die Mehrzahl der Geckonen graubraun gefleckte unscheinbare Tiere sind, welche eine ausgesprochen nächtliche Lebensweise führen. Von der Schutzfärbung der nächtlich lebenden Insekten, vor allen Dingen der Nachtschmetterlinge, will ich an dieser Stelle nicht ausführlicher sprechen, weil wir gleich auf dieselbe werden zurückkommen müssen.

Sehr vielfach findet man in den Darstellungen über Schutzfärbung auch die Durchsichtigkeit der Planktonorganismen und anderer Tiere als einen Fall von schützender Ähnlichkeit behandelt. Und tatsächlich wird man geneigt, in manchen Fällen eine derartige Auffassung für richtig zu halten, wenn man am Ufer eines Teiches sich auf der Libellenjagd befindet. Verfolgt man mit dem Insektennetz eine der leichtbeschwingten Wasserjungfern, so kommt es nicht selten vor, daß man das verfolgte Tier plötzlich aus dem Auge verliert. Überlegte Nachforschung zeigt es uns dann nach einiger Zeit an einem Schilfstengel angeklammert. Der schmale Leib wird parallel dem Pflanzenstengel gehalten und ist so kaum sichtbar. Die durchsichtigen Flügel sind in dem glänzenden Sonnenlicht durchsichtig wie Glasblättchen und verraten das Tier seinem Verfolger nicht. Es mag sein, daß auf diese Weise eine Libelle auch einem verfolgenden Vogel entrinnen kann. Ähnliches mag für andere Insekten mit durchsichtigen Flügeln auch gelten, so für die Urwaldschmetterlinge aus der südamerikanischen Unterfamilie der Ithomiinen. Ob wir aber ein Recht haben, die Durchsichtigkeit der Glas- oder Kristalltiere des Ozeans als eine Schutzanpassung aufzufassen, darüber herrschen sehr berechtigte Zweifel. Die Tiere des Planktons, um welche es sich da hauptsächlich handelt, sind in der großen Mehrzahl sehr kleine Tiere und haben solche Tiere als Verfolger, welche in großen Massen das Meerwasser durch besondere Filtrirorgane durchseihen, um den Rückstand, eben die Planktonorganismen, dann herunterzuschlucken (vgl. oben S. 209). Viele dieser sogenannten Kristalltiere haben im Innern ihres durchsichtigen Körpers sehr auffallend gefärbte Organe, deren Sichtbarkeit den Nutzen der Durchsichtig eit illusorisch machen würde.

Mir erscheint es wahrscheinlich, daß eine andere Naturgewalt als bei der schützenden Ähnlichkeit der Landtiere es ist, welche hier in diesem so gleichartigen Lebensbezirk, dem freien Wasser des Ozeans, den Tieren die Gleichartigkeit in der Erscheinung verleiht. Aber wir wollen in diesem Zusammenhang zunächst nur einmal die Tatsache der Ähnlichkeit feststellen. Wir haben ja bei unseren bisherigen Ausführungen stets nur davon gesprochen, daß Tiere ihrer Umgebung ähnlich sein können, und wir haben in den meisten Fällen nur nebenher angedeutet, daß wir es darin mit einer zweckmäßigen Erscheinung zu tun haben. Auch bei der Erörterung der Beispiele, die ich jetzt folgen lassen werde, wollen wir zunächst die Tatsachen unabhängig von der Theorie betrachten.

Wir haben gesehen, daß der gleichmäßige Charakter weiter Gebiete auf der Erde in irgendeinem Zusammenhang stehen muß mit der Farbenähnlichkeit, welche die in solchen

Digitized by Google

[illegible] wird ihnen eine solche Färbung zum Vorteil, ja vielleicht zur Notwendigkeit, wenn sie bei Tag ruhig und schlafend in ihren Verstecken sich befinden. Meist sind [illegible] Schatten oder Halbdunkel befindliche Örtlichkeiten, an denen die graubraune [illegible] Oberfläche das Tier vorzüglich vor den Augen seiner Verfolger zu schützen [illegible]

[illegible] nächtliche Nager, Mäuse, Ratten, auch die Fledermäuse, Maulwürfe, Nachtaffen [illegible] ein gleichmäßig, oft eigenartig geflecktes Fell. Es erinnert im Gesamtcharakter an [illegible] der Eulen und der Nachtschwalben. Und von großem Interesse ist in diesem [illegible] Zusammenhang die Tatsache, daß zum Unterschied von den vorhin erwähnten baumbewohnenden grünen und bunten Taggeckonen die Mehrzahl der Geckonen graubraun gefleckte [illegible] Nachttiere sind, welche eine ausgesprochen nächtliche Lebensweise führen. Von der [illegible] Färbung der nächtlich lebenden Insekten, vor allen Dingen der Nachtschmetterlinge, will ich an dieser Stelle nicht ausführlicher sprechen, weil wir gleich auf dieselbe [illegible] zurückkommen müssen.

Sehr häufig findet man in den Darstellungen über Schutzfärbung auch die Durchsichtigkeit der Planktonorganismen und anderer Tiere als einen Fall von schützender Ähnlichkeit behandelt. Und tatsächlich wird man geneigt, in manchen Fällen eine derartige Auffassung für richtig zu halten, wenn man am Ufer eines Teiches sich auf der Libellenjagd befindet. Verfolgt man mit dem Insektennetz eine der leichtbeschwingten Wasserjungfern, so kommt es nicht selten vor, daß man das verfolgte Tier plötzlich aus dem Auge verliert. Überreife Nachforschung zeigt es uns dann nach einiger Zeit an einem Schilfstengel eingeklammert. Der schlanke Leib wird parallel dem Pflanzenstengel gehalten und ist so kaum sichtbar. Die [illegible] Flügel sind in dem glänzenden Sonnenlicht durchsichtig wie Glasblättchen. [illegible] das Tier seinem Verfolger nicht. Es mag sein, daß auf diese Weise [illegible] dem verfolgenden Vogel entrinnen kann. Ähnliches mag nun auch [illegible] durchsichtigen Flügeln auch gelten, so für die Urwaldschmetterlinge aus der [illegible] der Ithomiinen. Ob wir aber ein Recht haben, die [illegible] des Tieres als eine Schutzanpassung aufzufassen, [illegible] Die Tiere des Planktons, um welche es sich da [illegible] sehr kleine Tiere und haben solche Tiere [illegible] Meerwasser durch besondere [illegible] Planktonorganismen, dann herunter zu [illegible] Meerestiere haben im Innern ihres [illegible] deren Sichtbarkeit den Nutzen der [illegible]

[illegible] Naturgewalt als bei der schützenden [illegible] so gleichartigen Lebensbezirk, dem [illegible] Art in der Erscheinung verleiht. Aber [illegible] mal die Tatsache der Ähnlichkeit fest- [illegible] Erklärungen stets nur davon gesprochen, [illegible] wir haben in den meisten Fällen nur [illegible] Tatsachen Erscheinung zu tun haben. [illegible] lassen werde, wollen wir zunächst die [illegible] Tiere.

[illegible] Tiere weiter Gebiete auf der Erde in [illegible] Durchsichtigkeit, welche die in solchen

Ashley

Gebieten wohnenden Tiere untereinander und mit der vorherrſchenden Farbe des betreffenden Gebietes beſitzen. Bei der Beſprechung der Wüſtentiere haben wir auch ſchon die mehr ins einzelne gehende Ähnlichkeit beſprochen, welche manche Heuſchreckenarten z. B. in eine ganz enge Beziehung zu dem von ihnen bewohnten kleineren Bezirk der Wüſte ſetzt. Das leitet uns über zu einer Anzahl ſehr intereſſanter Tatſachen, welche zeigen, daß Tiere allen möglichen belebten und unbelebten Gegenſtänden ihrer Umgebung ähnlich ſein können. Es handelt ſich dabei nicht mehr ausſchließlich um den allgemeinen Farbton, welcher die Körperoberfläche des Tieres bedeckt, ſondern um die Verteilung von Farbflecken, welche uns als Zeichnung entgegentreten, um die Struktur der Oberfläche und ſchließlich um die äußeren Umriſſe alſo die ganze Formerſcheinung des Tieres.

Bei vielen Tieren iſt die Oberfläche des Körpers von einer derartigen Kombination von farbigen Flecken, Strichen und Binden bedeckt, daß dadurch eine weitgehende Ähnlichkeit mit der Oberfläche eines Steines, mit der Rinde eines Baumes, mit dem Erdboden, verwittertem Holze, grünen oder dürren Blättern, Moos oder Flechten, entſteht. Stets finden wir in der Lebensweiſe der mit ſolchen Zeichnungen verſehenen Tiere irgendeine Beziehung zu ſolchen Gegenſtänden, denen ſie ähnlich ſehen, ja wir finden ſogar, daß die Lebensgewohnheiten der betreffenden Tiere uns auf einen ſehr engen Zuſammenhang hinweiſen.

Zu den auffallendſten und bunteſten Erſcheinungen in der Natur gehören die Schmetterlinge. Sie verdanken ihre Schönheit der bunten Färbung ihrer Flügelſchuppen.

Wie oft kann es uns vorkommen, daß wir beim Stöbern in einem alten Holzhaufen oder wenn wir die Rinde eines Baumes oder einen Zaun abſuchen, erſchreckt zurückfahren, weil plötzlich ein Schmetterling vor uns auffliegt, den wir vorher nicht beachtet hatten. Viele Nachtſchmetterlinge und Motten beſitzen in Färbung und Zeichnung, ja bisweilen auch in der Form eine außerordentliche Ähnlichkeit mit der Oberfläche von morſchem Holz oder von flechtenbewachſener Rinde. Ein außerordentlich überzeugendes Beiſpiel ſtellt unſer gewöhnliches Ordensband dar; betrachten wir es bei Tage — und es iſt nur ein Zufall, welcher uns auf das Tier ſtoßen läßt —, ſo ſehen wir es abſolut ruhig, ſchlafend, wie wir ſagen, mit dachförmig zuſammengelegten Flügeln daſitzen. Es bedarf eines ſtärkeren Reizes, um das Tier zum Auffliegen zu veranlaſſen. Im Augenblick, in welchem es davonfliegt, überraſcht es uns durch die Entfaltung ſeiner prachtvoll rotgebänderten Hinterflügel, denen es ſeinen Namen verdankt. Die Vorderflügel lagen bis dahin wie ein ſchützendes Blatt über all den Teilen, deren lebhafte Färbung das Tier hätte verraten können. Ähnlich ſitzen alle Nachtſchmetterlinge, und bei allen iſt die etwa vorhandene glänzende Färbung in der Ruheſtellung ſtets verdeckt. Nur die hinteren Flügel, nicht ſelten auch die Unterſeite der Flügel, ſind greller gefärbt und oft auffällig gezeichnet.

Kein Naturforſcher, welcher über dieſe Erſcheinungen nachgedacht hat, hat verſäumt, auf den intereſſanten Gegenſatz hinzuweiſen, welcher zwiſchen Nachtſchmetterlingen und Tagſchmetterlingen exiſtiert. Die Tagſchmetterlinge klappen in der Ruheſtellung ihre Flügel nach oben zuſammen und tragen ſie ſenkrecht aufgerichtet. Dabei wird alſo die Oberſeite verdeckt, und ſo ſehen wir denn bei dieſen Formen die ſchönen und auffallenden Färbungen faſt ſtets auf die Oberſeite beſchränkt, während die Unterſeite ſehr häufig mit unſcheinbaren Färbungen und Zeichnungen bedeckt iſt, welche ſogar vielfach das Tier Gegenſtänden ſeiner Umgebung ähnlich machen. Sehr charakteriſtiſche Beiſpiele hierfür bieten zahlreiche Arten aus der einheimiſchen Gattung Vanessa. Sobald dieſe leuchtend und ſchön gefärbten Schmetterlinge, das Tagpfauenauge (Vanessa Jo. L.), der Admiral (Vanessa Atalanta L.),

der Distelfalter (V. cardui L.) und die vielen anderen, sich bei der Flucht niederlassen, sind sie dem Blick des Verfolgers entzogen, weil die schöngefärbten Oberseiten der Flügel nun zusammengeklappt aufeinanderliegen, und weil das Tier sich auf einen Gegenstand niedergelassen hat, welchem die Unterseite seiner Flügel ähnlich ist, also z. B. auf ein Stück Rinde, auf einen zerfressenen Stein, einen Sandhaufen und dergleichen. Nur wenige Tag- und Nachtschmetterlinge machen von dieser Regel eine Ausnahme, so gibt es Tagschmetterlinge, mit unscheinbaren Farben an der Oberseite und glänzenden Farben an der Unterseite, und siehe da, diese Formen haben andere Lebensgewohnheiten als die übrigen Tagschmetterlinge. Beim Niedersitzen klappen sie ihre Flügel nicht nach oben zusammen, sondern halten sie ausgebreitet wie die Nachtschmetterlinge.

Die Ähnlichkeit, welche die Tiere mit Gegenständen ihrer Umgebung besitzen, ist oft eine außerordentlich große. Entsprechend der Lebensweise der Tiere kommt vor allen Dingen Ähnlichkeit mit dem Untergrund oder mit Pflanzenteilen vor. Ein sehr lehrreiches Beispiel der Ähnlichkeit mit dem Untergrund bieten die Heuschreckenarten aus den Gattungen Oedipoda und Psophus dar. Es sind das die bekannten Schnarrheuschrecken, vor denen jeder von uns schon einmal erschreckt zurückgefahren ist. Es sind grauschwarz oder bräunlich gefärbte Heuschrecken, welche beim Auffliegen ein lautes schnarrendes Geräusch hervorbringen, zugleich ihre lebhaft rot oder blau gefärbten Unterflügel entfalten, eine kleine Strecke weit fliegen, um sich dann plötzlich niederzulassen. Es ist außerordentlich schwer, den Ort zu entdecken, auf welchem das Tier sich niedergelassen hat, denn je nach der Gegend, in welcher die Art vorkommt, je nach der Farbe des vorherrschenden Gesteins ist die Färbung aller bei der Ruhestellung sichtbaren Teile des Tieres eine verschiedene. Ja wir können sogar beim Übergang aus einer geologischen Formation in die andere feststellen, daß mit der Änderung der Farbe des Untergrundes auch die betreffende Oedipoda-Art ihre Farbe gewechselt hat. Unter unsern einheimischen Vögeln gibt es eine größere Anzahl von geschützten Arten, welche dem Boden der Heide, dem Moor, dem blätter- und moosbedeckten Waldgrund auffallend ähneln. Lerche, Rebhuhn, Wachtel, Schnepfe und Bekassine sind gute Beispiele hierfür. Noch eigenartiger ist die Anpassung, welche die Rohrdommel z. B. die große (Botaurus stellaris) in Zeichnung und Benehmen an das Vorkommen im Röhricht zeigt. Das Tier ist besonders an seiner Bauchseite gelblich gefärbt, mit parallelen dunklen Streifen, welche es dem dürren Rohr mit seinen Schatten und dunklen Zwischenräumen anpassen. Dazu kommt die eigenartige Gewohnheit des Tieres, bei drohender Gefahr mit steil aufgerichtetem Hals regungslos zu stehen, bis nichts mehr Verdächtiges in seiner Nachbarschaft bemerkbar ist. Der von mir so hochgeschätzte Naturbeobachter W. H. Hudson hat die bei Reihern und Nachtreihern nicht selten vorkommenden ähnlichen Anpassungen bei Ardetta involucris in Argentinien genau studieren können. Er feuerte auf ein Exemplar, das schnell vor ihm davonlief und in ein Binsengestrüpp flüchtete, das sich auf kahlem, durch die Trockenheit erhärtetem Schlammboden erhob. Nach dem Schuß war das Tier verschwunden, er glaubte es getroffen, konnte es aber nicht finden, was bei der Kahlheit der Umgebung sehr verwunderlich war. Plötzlich sah er das Tier dicht neben sich, kaum 20 cm entfernt, steif, starr, senkrecht gestreckt, Kopf und Hals himmelwärts gereckt. Es war nicht möglich zu sehen, wo das regungslose Tier begann und die Binsenumgebung aufhörte, in die es sich hineinpreßte. Es war so starr, daß er es berühren, ihm den Hals biegen konnte, ohne daß es davonflog. Dabei aber drehte es entsprechend seinen Bewegungen immer seinen Körper so, daß es ihm immer die Brustseite zuwandte, die allein jene ausgesprochene Schutzfärbung besitzt. Aufgehoben, flog es in die Luft, setzte sich aber nach einem Flug von 50 m wieder in die Binsen

Digitized by Google

nieder. Diese Gewohnheiten, welche fast an das Totstellen erinnern, finden wir bei anderen Vögeln mit Schutzfärbung wieder, besonders Steppen- und Wüstenvögeln, denen natürliche Verstecke und Schlupfwinkel fehlen. Von einheimischen Vögeln zeigen Regenpfeifer und Wendehals ähnliche Gewohnheiten, ja sogar der im Grunde genommen auffallend gefärbte Wiedehopf drückt sich mit ausgebreiteten Flügeln an den Boden des Waldes, statt zu fliehen. Am häufigsten finden wir aber solche Instinkte bei brütenden Weibchen und nestflüchtenden jungen Vögeln, sofern sie Schutzfärbung besitzen.

Ähnlichkeit mit dem Untergrund tritt uns überhaupt in der mannigfachsten Form auch als Hilfsmittel für die Erhaltung der Nachkommenschaft entgegen. Bei sehr vielen marinen Tieren und vor allem bei Insekten sind die Eier genau so gefärbt wie die Unterlage, auf welche sie abgelegt oder an welche sie angeheftet werden. So hat Weismann darauf aufmerksam gemacht, daß die Eier von Vanessa levana in Gestalt und Farbe, ja sogar in ihrer Aufreihung zu kleinen Säulchen täuschend den Blütenknospen der Brennesselpflanze, auf der die Raupe lebt, gleichen. Bei den Vögeln tritt uns die interessante Gesetzmäßigkeit entgegen, daß diejenigen Arten, welche offen brüten, Eier legen, welche dem Untergrund, auf welchem sie abgelegt werden, sehr ähnlich sehen, während die Höhlenbrüter weiße Eier legen. Die offen brütenden Wasser- und Stelzvögel, vor allem die am Boden brütenden Formen, haben alle Eier, deren Schale mit feinen Flecken und Streifen so gesprenkelt ist, welche vielfach auch eine derartige Grundfarbe haben, daß sie sich von dem Fels-, Sand- oder Kiesboden, in dem das primitive Nest angelegt ist, kaum abheben. In einer Brutkolonie von Möven oder Seeschwalben ist es schwer, das Zertreten von Gelegen zu vermeiden, so unerkennbar sind sie für das ungeübte Auge. Und wieviel schwerer ist dies bei den Gelegen von Kiebitzen, Schnepfen, Brachvögeln in Moor und Heide, von Strandläufern und Regenpfeifern auf den kiesigen Inseln der Flüsse und Seen. Die Eier der Regenpfeifer ähneln oft den Kieselsteinen, zwischen denen sie liegen, so sehr, daß man stundenlang an einer bekannten Stelle nach einem bekannten Nest suchen kann, ohne es zu finden. Alle Moorbrüter haben relativ dunkle, alle Sand- und Kiesbrüter helle Eier, deren Fleckung den Farben und Schatten der Umgebung entspricht. Auch die Rebhühner und verwandte Formen, das Auer- und Birkwild, Fasanen, ferner Wachteln, Lerchen und viele Singvögel haben Eier mit Schutzfarbe. Dagegen die höhlenbrütenden Spechte, Hohltauben, die Mehl- und die Uferschwalbe, die Papageien, die Nashornvögel, die Eisvögel und Bienenfresser (Meropidae), Wiedehopfe, Trogons, Eulen usw. haben alle weiße Eier. Ebenso haben sehr wehrhafte Vögel, wie die Raubvögel, ferner solche, die in großen Scharen brüten und relativ wehrhaft sind, wie Ibisse und Flamingos, helle oder sogar weiße Eier.

Wie wichtig für offenbrütende Vögel der Schutz durch die Farbe des Eies sein muß, können wir ermessen, wenn wir der Menge der Eierräuber gedenken, die wir früher besprachen und deren gefährlichste Vertreter zu den gutsehenden Gruppen der Tiere, den Vögeln und Säugetieren, gehören. Manche Ornithologen sind übrigens der Ansicht, daß auch die weiße Farbe der Eier der Höhlenbrüter eine zweckmäßige Eigenschaft derselben ist. In den düsteren Höhlen werden sie mit ihrer weißen Oberfläche das geringe Licht reflektieren und daher weniger leicht von der brütenden Mutter bei der Rückkehr ins Nest zerdrückt werden. So erklärt es sich vielleicht, daß die Eier einiger Vogelgattungen sekundär durch einen weißen Überzug über die farbige Schale wieder weiß geworden sind, das ist z. B. der Fall bei dem Lund oder Larventaucher, auch Papageitaucher genannt (Fratercula (Mormon) arabica), der zwar unter Lummen und Alken brütet, sich aber von ihnen dadurch sehr unterscheidet, daß er Bruthöhlen wie Kaninchengänge gräbt. Hier müssen

Digitized by Google

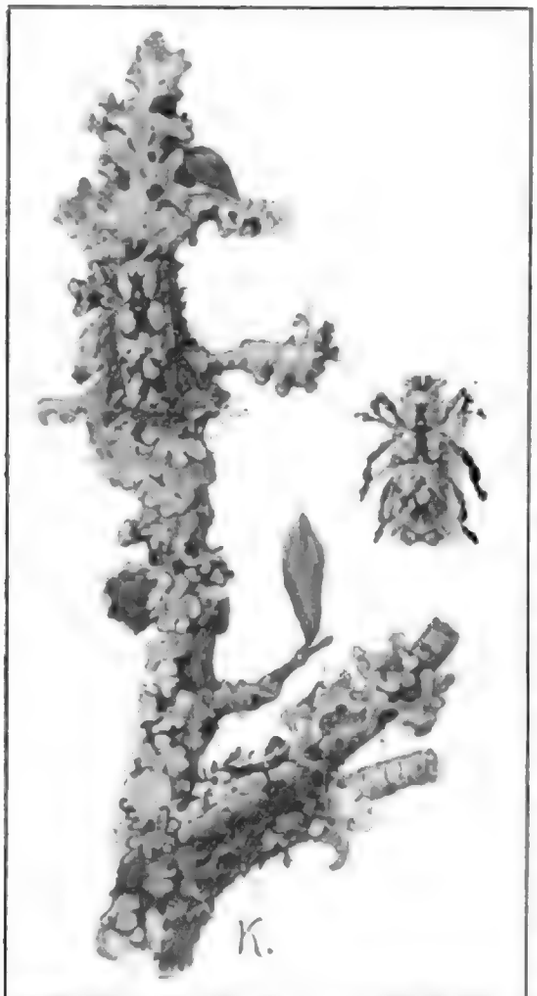


Abb. 336. Flechtenkäfer. Lithinus nigricristatus aus Madagaskar. Zwei Exemplare auf einem flechtenbewachsenen Ästchen. Daneben ein isoliertes Individuum. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

wir also annehmen, daß die Sitte in Löchern zu brüten, erst neuerlich von dem Tier angenommen ist.

Für die Erhaltung der Art spielt es unzweifelhaft eine große Rolle, daß bei vielen Vögeln die Weibchen, die eiertragend, brütend und die Jungen pflegend, viel wichtigere Aufgaben zu erfüllen haben als die Männchen, durch Schutzfärbung vor diesen oft bevorzugt sind. Ich erinnere nur an die vielen Hühnervögel, Fasanen, Pfauen, Glanzhühner usw., deren Männchen allein die auffallenden Schmuckfarben besitzen, während die Weibchen alle jene Nuancen der Anpassung an die Umgebung aufweisen, die wir als Ähnlichkeit mit Wüsten-, Sand-, Stein-, Moorboden usw. kennen gelernt haben. Welch drastische Beispiele hierfür bieten uns die Paradiesvögel, die Kolibris und viele andere. Es ist sehr wichtig für die Deutung dieser Erscheinung, daß bei Vögeln, bei denen in der Erfüllung der Lebensaufgaben Männchen und Weibchen einen Teil ihrer Rollen vertauscht haben, auch die Schutzfärbung dem brütenden Teil zugefallen ist. Bei Mornells Regenpfeifer (Eudromias morinellus) z. B. der im hohen Norden und gelegentlich auf unseren Gebirgen (Riesengebirge) brütet, überläßt das Weibchen dem Männchen das Brutgeschäft. Die Art repräsentiert auch den einzigen Fall unter den Limikolen, in denen das Weibchen lebhafter, das Männchen matt gefärbt ist.

Ähnlich wie die Mutter, so sind bei vielen Vögeln, besonders bei Nestflüchtern, die jungen Tiere mit Schutzfärbung versehen. Es gibt keine besseren Beispiele hierfür als unsere jungen Kiebitze und Brachvögel, die man oft stundenlang im Moor piepen hören kann, ohne daß es gelingt, die im Umkreis von wenigen Metern sich aufhaltenden Tierchen zu finden.

Auch bei vielen Vögeln, deren Männchen auffallendes Schmuckgefieder tragen, legen sie dies erst mit dem Erreichen der Geschlechtsreife an und sind bis dahin in das gleiche Schutzkleid wie die Mutter gehüllt; das ist z. B. bei den Paradiesvögeln oft der Fall.

Bei den Schmetterlingen mit Geschlechtsdimorphismus kommt es ebenso vor, daß die Weibchen durch unscheinbare Färbung bevorzugt sind. Wir werden aber unten sehen, daß ein anderer Weg, der noch eigenartiger ist, bei den Faltern oft eingeschlagen ist, um das Weibchen in höherem Maße als das Männchen zu schützen.

Eine der verbreitetsten sogenannten Schutzfärbungen ist diejenige, welche die Tiere einer flechtenbewachsenen Rinde ähnlich macht. Das bekannteste Beispiel für diese Form der Anpassung stellt ein madagassischer Käfer dar, welcher durch Fortsätze an seinen Flügeldecken und durch eigenartige Tupfen und Flecken den Flechten so ähnlich wird, daß es selbst im aufgestellten Präparat schwer ist, das Tier zu entdecken (Abb. 336). Wir brauchen aber nicht so weit zu suchen, in unserer Heimat in Deutschland haben wir eine ganze Anzahl ähnlich angepaßter

Digitized by Google

Abb. 1. Schädelbasis von innen. Nach Spalteholz.

Schädelbasis (Basis cranii) nennt man die Innenfläche des Schädelgrundes, auf welcher das Gehirn ruht. Sie ist in drei Gruben, Fossae cranii, eingeteilt, die vordere, mittlere und hintere Schädelgrube, Fossa cranii anterior, media und posterior. Die vordere Schädelgrube wird gebildet von der Pars orbitalis des Stirnbeins, der Lamina cribrosa des Siebbeins und den kleinen Keilbeinflügeln. Die mittlere Schädelgrube wird gebildet von den großen Keilbeinflügeln, der Pars petrosa und squamosa des Schläfenbeins und der Vorderfläche des Hinterhauptbeins. Die hintere Schädelgrube wird gebildet von der Hinterfläche des Hinterhauptbeins und der Pars petrosa des Schläfenbeins. Die Grenze zwischen vorderer und mittlerer Schädelgrube bildet der Margo sphenoidalis, die Grenze zwischen mittlerer und hinterer Schädelgrube der Margo petrosus. Die Schädelbasis ist von zahlreichen Öffnungen durchbrochen, durch welche Gefäße und Nerven ein- und austreten. Die wichtigsten sind: Foramen caecum, Canalis opticus, Fissura orbitalis superior, Foramen rotundum, Foramen ovale, Foramen spinosum, Foramen lacerum, Canalis carotici, Porus acusticus internus, Foramen jugulare, Canalis hypoglossi, Foramen magnum.

Schädelbasisbruch, Fractura basis cranii, ist ein Bruch der Schädelbasis, der meist durch Fall auf den Kopf oder durch Schlag gegen den Kopf entsteht. Er kann auch durch Fortleitung von Brüchen der Wirbelsäule oder des Gesichtsschädels entstehen. Die Bruchlinien verlaufen meist durch die Fossa cranii media und posterior. Sie können auch durch die Pars petrosa des Schläfenbeins gehen. Die Schädelbasisbrüche werden eingeteilt in Brüche der vorderen, mittleren und hinteren Schädelgrube. Brüche der vorderen Schädelgrube verlaufen durch die Lamina cribrosa des Siebbeins, die Pars orbitalis des Stirnbeins und die kleinen Keilbeinflügel. Brüche der mittleren Schädelgrube verlaufen durch die großen Keilbeinflügel, die Pars petrosa und squamosa des Schläfenbeins und die Vorderfläche des Hinterhauptbeins. Brüche der hinteren Schädelgrube verlaufen durch die Hinterfläche des Hinterhauptbeins und die Pars petrosa des Schläfenbeins. Die Schädelbasisbrüche können auch eingeteilt werden in Brüche, die durch die Pars petrosa des Schläfenbeins gehen, und in Brüche, die nicht durch die Pars petrosa des Schläfenbeins gehen. Die Schädelbasisbrüche können auch eingeteilt werden in Brüche, die durch die Pars petrosa des Schläfenbeins gehen, und in Brüche, die nicht durch die Pars petrosa des Schläfenbeins gehen.

Fig. 1. Ms. Add. 11,639, f. 1 r. Beginning of the Gospel of Matthew in Greek.

Fig. 2. Ms. Add. 11,639, f. 1 v. Beginning of the Gospel of Matthew in Coptic.

Fig. 3. Ms. Add. 11,639, f. 2 r. Beginning of the Gospel of Matthew in Arabic.

Fig. 4. Ms. Add. 11,639, f. 2 v. Beginning of the Gospel of Matthew in Ethiopic.

Fig. 5. Ms. Add. 11,639, f. 3 r. Beginning of the Gospel of Matthew in Armenian.

Fig. 6. Ms. Add. 11,639, f. 3 v. Beginning of the Gospel of Matthew in Georgian.

Fig. 7. Ms. Add. 11,639, f. 4 r. Beginning of the Gospel of Matthew in Slavonic.

Fig. 8. Ms. Add. 11,639, f. 4 v. Beginning of the Gospel of Matthew in Gothic.

Abb. 339. Drei Exemplare der Stabheuſchrecke Dexippus morosus. Nat. Größe. Nach dem Leben.

ſtreifung den Formen der Grasſpflanzen ſowie den im Grasdickicht herrſchenden Licht- und Schattenverhältniſſen (Abb. auf Taf. VI). Nicht wenige Spannerraupen gleichen grünen oder dürren Zweigen. Dieſe Ähnlichkeit wird vielfach durch Knötchen und Fortſätze am Körper, welche faſt wie Knoſpen und Blattanſätze ausſehen, und beſonders durch das Benehmen der Tiere geſteigert. Ein bekanntes Beiſpiel iſt die Raupe des Birkenſpanners, die, wenn ſie ſich nur mit den Afterfüßen anklammert und ihren Körper ſtarr und unbeweglich in die Höhe reckt, vollkommen wie ein Birkenäſtchen ausſieht. Eulen und Spanner ähneln auch als fertige Schmetterlinge durch die Farbe und Struktur ihrer Flügel und durch den geſamten Umriß ihres Körpers in auffallender Weiſe kleinen dürren Holzſtückchen, ſo Xylina vetusta, welche bald auf Rinden, bald zwiſchen dürrem Laub mit zuſammengerollten Flügeln ſitzend, ſelbſt erfahrene Schmetterlingsſammler zu täuſchen vermag. Die Zikaden, ſo z. B. unſere einheimiſche Dornzikade und noch mehr manche tropiſche Formen ſehen oft in der täuſchendſten Weiſe einem Dorn oder einer Gruppe von Dornen gleich (vgl. Abb. 342).

Schon ſeit langer Zeit hat die Ähnlichkeit von Inſekten mit Blättern die Aufmerkſamkeit der Forſcher ganz beſonders auf ſich gezogen. In den Tropen gibt es eine ganze Anzahl von Heuſchreckenarten, welche in einer geradezu verblüffenden Weiſe an friſche Blätter von Sträuchern und Bäumen erinnern. Die Ähnlichkeit kann auf zwei verſchiedenen Wegen erreicht ſein. Die eine Gruppe von Formen ſieht blattähnlich aus, wenn man das Tier von der Seite anblickt. In ſteilem Winkel ſind bei ſolchen Formen die Flügeldecken der beiden Seiten zuſammengeneigt, indem ſie den ganzen Körper verdecken. Beide Flügeldecken zeigen nun von außen nicht nur die Farbe und den Umriß von grünen Blättern, ſondern die Adern des Flügels ahmen auch in einer täuſchenden Weiſe die Nervatur eines Blattes nach (Abb. 345, 346, 347). Bei den ſogenannten wandelnden Blättern, den Arten der Gattung Phyllium und ihren Verwandten bietet der ganze Körper von oben geſehen, den Anblick eines Blattes dar. Bei dieſen Formen ſehen die flügelloſen Larven (Abb. 344) einem Blatt noch viel ähnlicher als die mit Flügeln verſehenen Stadien (Abb. 343). Bei beiden Typen von Blattheuſchrecken finden wir nun außer der allgemeinen grünen und gelben Färbung, außer der Ausbildung der Nervatur, noch Flecken und Zeichnungen

Digitized by Google

Abb. 340.
Haaniella (Heteropteryx) dehaani Wester. Stabheuſchrecke mit dornähnlichen Fortſätzen. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

Abb. 341.
Gongylus gongylodes Pflanzenteilen ähnelnde Mantide. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

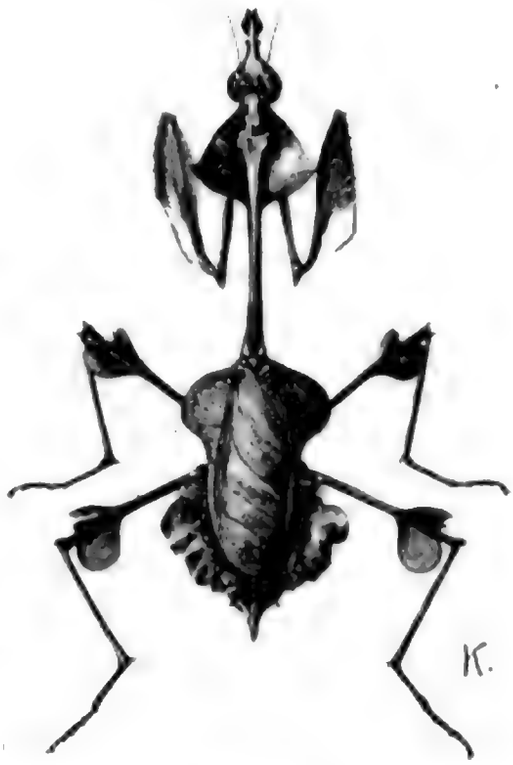


Abb. 340. Abb. 341.

vor, welche oft in einer ganz erſtaunlichen Weiſe an Beſchädigungen des Blattes, an Pilzflecken und Verwelkung erinnern (vgl. Abb. 1 Taf. VII, Phylloptera ovalifolia Burm.). Wie ich in meiner Oſtaſienfahrt beſchrieben habe, habe ich ſelbſt Gelegenheit gehabt, ſolche Blattheuſchrecken zu beobachten, und es iſt ſehr bemerkenswert, wie ſchwer ſie infolge ihrer langſamen Bewegung vom Laube zu unterſcheiden ſind, ſelbſt wenn an einem Orte ſich große Zahlen derſelben beieinander befinden. Es gibt auch Zikaden, welche blattähnlich ausſehen, und ein ganz erſtaunliches Beiſpiel iſt aus Südamerika beſchrieben worden, wo man in einem Zuge der Blattſchneiderameiſen (vgl. S. 76) eine Zikadenart fand, welche in Farbe und Umriß genau ausſieht wie eine der wehrhaften, ein Blattſtückchen transportierenden Ameiſen.

Blattähnlich ſehen auch ſehr viele Schmetterlinge aus; entſprechend aber den im Gegenſatz zu den Heuſchrecken bei den Schmetterlingen vorherrſchenden grauen und braunen Tönen, ſind die Blattſchmetterlinge meiſt Nachahmer von dürren Blättern. Unter unſern einheimiſchen Schmetterlingen ſind z. B. einige Arten der Gattung Gastropacha, z. B. die Kupferglucke (G. quercifolia L.), dürren Blättern von Eichen und Buchen äußerſt ähnlich. Schmetterlinge aus den verſchiedenſten Gruppen und in den verſchiedenſten Ländern zeigen Blattähnlichkeit, die wie bei den Blattheuſchrecken auf ganz verſchiedene Weiſe zuſtande kommt. Es gibt z. B. Nachtſchmetterlinge, welche dürren Blättern gleichen. Dieſelben beſitzen die blattähnliche Färbung und Zeichnung auf der Oberſeite der Vorderflügel, die ſie in der gleichen Weiſe wie die andern Nachtſchmetterlinge über die Hinterflügel zu klappen pflegen (ſo die Gattung Phyllodes (Taf. VII Abb. 6)). Die bekannteſten Blattſchmetterlinge ſind Tagfalter, und es iſt ganz intereſſant, daß in den verſchiedenen Erdteilen in den Tropengebieten Blattſchmetterlinge aus verſchiedenen Familien exiſtieren. In den öſtlichen Tropen ſind es die Angehörigen der Gattung Kallima (Taf. VII Abb. 2—4), auf welche Wallace zuerſt die Aufmerkſamkeit

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1. Stemonitis fusca. Sporangia. (Natural size.)

Fig. 2. Stemonitis fusca. Sporangia. (Enlarged.)

Fig. 3. Stemonitis fusca. Sporangia. (Enlarged.)

Fig. 4. Stemonitis fusca. Sporangia. (Enlarged.)

Fig. 5. Stemonitis fusca. Sporangia. (Enlarged.)

Fig. 6. Stemonitis fusca. Sporangia. (Enlarged.)

Fig. 7. Stemonitis fusca. Sporangia. (Enlarged.)

MARIPOSA PAVÓN

Fig. 1.—Mariposa pavón (*Saturnia pyri*). Fig. 2.—Oruga de la mariposa pavón. Fig. 3.—Crisálida de la mariposa pavón. Fig. 4.—Mariposa pavón macho. Fig. 5.—Mariposa pavón hembra.

Las mariposas son insectos de cuerpo cilíndrico, cubierto de pelos, y de cuatro alas membranosas, cubiertas de escamas. Tienen dos antenas, dos ojos compuestos y dos pequeños ocelos. Su boca está provista de una trompa enrollada en espiral, que les sirve para chupar el jugo de las flores. Las mariposas pasan por cuatro estados: huevo, oruga, crisálida y mariposa. Las orugas son gusanos de cuerpo cilíndrico, provistos de seis patas articuladas y de varias falsas patas membranosas. Tienen seis ocelos a cada lado de la cabeza, y dos antenas muy cortas. Su boca está provista de mandíbulas. Las crisálidas son inmóviles y no tienen ni boca ni patas. Las mariposas son de colores muy vivos y variados. Los machos son generalmente más pequeños que las hembras, y tienen las antenas más largas y plumosas.

La mariposa pavón (*Saturnia pyri*) es una de las mariposas nocturnas más grandes de Europa. Mide de 12 a 15 centímetros de envergadura. Sus alas son de color pardo rojizo, con una mancha ocular en cada una de ellas, rodeada de varios círculos concéntricos de color negro, blanco y amarillo. Las hembras ponen sus huevos en grupos de 100 a 200 sobre las hojas de los árboles frutales, de los olmos y de los álamos. Las orugas, que nacen a los pocos días, son de color verde claro, con tubérculos amarillos y negros, y llegan a medir 12 centímetros de longitud. Se alimentan de las hojas de los árboles donde han nacido. Cuando llega el otoño, tejen un capullo de seda entre las ramas y se transforman en crisálidas. Pasan el invierno en este estado y en la primavera siguiente salen las mariposas.

Fig. 1. Sepia officinalis, Linn. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity opened and the viscera removed. (From Gegenbaur.)

...ing to the ...ing ...ing ...ing

Kapitel 1 Grundlagen der Informatik

Abbildung 1.1 Schematischer Aufbau eines Computers

Abbildung 1.2 Schematischer Aufbau eines Computers

Fig. 1. Ansicht des Kopfes von Fig. 2 von vorn.

Fig. 2. Ansicht des Kopfes von Fig. 1 von der Seite.

Fig. 3. Ansicht des Kopfes von Fig. 4 von vorn.

Fig. 4. Ansicht des Kopfes von Fig. 3 von der Seite.

Fig. 5. Ansicht des Kopfes von Fig. 6 von vorn.

Fig. 6. Ansicht des Kopfes von Fig. 5 von der Seite.

Fig.

Fig. 1.—Common Buzzard. Fig. 2.—Rough-legged Buzzard. Fig. 3.—Honey Buzzard.

Fig. 1 is a Common Buzzard, *Buteo vulgaris*, a bird of prey which is found in most parts of the British Islands, but is not very common anywhere. It is a large bird, measuring about 4 feet 6 inches from tip to tip of the wings when they are spread out, and it is about 2 feet long from the beak to the end of the tail. It is a very powerful bird, and can carry off a rabbit or a hare with ease. It builds its nest in a tree, and lays from two to four eggs. The young birds are fed by the parents for some time after they have left the nest.

Fig. 2 is a Rough-legged Buzzard, *Archibuteo lagopus*, a bird which is found in the northern parts of Europe and Asia, and in North America. It is a little smaller than the Common Buzzard, and has a shorter tail. It is a migratory bird, and comes to the British Islands in the autumn, and returns to the north in the spring. It feeds on small mammals and birds, and also on insects.

Fig. 3 is a Honey Buzzard, *Pernis apivorus*, a bird which is found in most parts of Europe and Asia, and in North Africa. It is a little smaller than the Common Buzzard, and has a longer tail. It is a migratory bird, and comes to the British Islands in the spring, and returns to the south in the autumn. It feeds on wasps and bees, and also on other insects.

Fig. 1. Nest of Long-tailed Tit (*Acredula caudata*). Fig. 2. Nest of Wood-Wren (*Sylvia sibilatrix*). Fig. 3. Nest of Golden-crested Wren (*Regulus cristatus*). Fig. 4. Nest of Blue Titmouse (*Parus cæruleus*). Fig. 5. Nest of Great Titmouse (*Parus major*). Fig. 6. Nest of Marsh Titmouse (*Parus palustris*). Fig. 7. Nest of Bearded Titmouse (*Parus biarmicus*). Fig. 8. Nest of Penduline Titmouse (*Parus pendulinus*).

ARCHIVE
http://Archivebeta.Sakhrit.com

Digitized by Google

Ad. Bachmann, Beiträge zur Kenntniss der Lepidopteren-Fauna Südbrasiliens. Mit 1 Tafel. (Separat-Abdruck aus dem Jahrbuch des Nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 1879.)

Der Verfasser hat während seines 5jährigen Aufenthaltes in Südbrasilien (Provinz Rio Grande do Sul) eine Sammlung von Lepidopteren angelegt, welche 1000 Arten enthält. Diese Sammlung ist jetzt in den Besitz des Nassauischen Vereins für Naturkunde übergegangen. Die vorliegende Arbeit enthält die Beschreibung der neuen Arten, welche sich in dieser Sammlung befinden. Es sind 3 Tagfalter, 1 Sphinx, 1 Bombycide, 1 Noctuide, 1 Geometride, 1 Pyralide und 1 Tortricide. Die Tafel enthält Abbildungen von 3 Arten.

Fällen, Form und Färbung nicht dazu dient, um das Tier vor seinen Feinden zu verbergen, sondern daß es im Gegenteil auffallend und sichtbar gemacht wird, um anzulocken. Wir haben früher schon einmal von Färbungen gesprochen, die direkt dazu bestimmt sind, das Tier auffallend zu machen. Es waren das die sog. Warnfarben, welche Verfolger darüber belehren sollen, daß die betreffenden Tiere widrig schmeckend, ungenießbar, giftig oder sonstwie gefährlich seien. Unter Mimikry versteht man nun die Erscheinung, daß wehrlose Tiere in ihrer Färbung oder sonstigen Eigentümlichkeiten ihres Aussehens solchen wehrhaften und gut geschützten, besonders durch Warnfarben ausgezeichneten Tieren ähnlich sehen.

Diese Erscheinung ist in der Natur sehr weit verbreitet, und wir wollen hier zunächst eine Reihe von solchen Vorkommnissen in Kürze beschreiben, ohne zu behaupten, daß in allen angeführten Fällen aus der Ähnlichkeit wirklich ein Nutzen für die betreffenden Tiere erwächst. Erst später wollen wir die Frage nach der Zweckmäßigkeit dieser vielfach äußerst auffallenden Ähnlichkeit erörtern.

Zunächst ist hervorzuheben, daß wir sichere Fälle von Mimikry im angegebenen Sinne nur bei Wirbeltieren und Arthropoden, vor allem Insekten, kennen. Bei Wirbeltieren sind es auch wohl nur Schlangen, die in Betracht kommen. Man findet in der Regel eine Anzahl von südamerikanischen Schlangen als Beispiele für Mimikry angeführt. Es sind dies harmlose Schlangen aus der Gattung Erythrolampus, welche die giftigen Arten aus der Gattung Elaps, die sogenannten Korallenschlangen, in ihrer grellen rot-gelb-weiß-schwarzen ringförmigen Bänderung nachahmen sollen. Es ist nun sehr zweifelhaft, daß es sich hier um echte Mimikryfälle handelt, da die betreffenden Schlangen vielfach erdbewohnende, lichtscheue Tiere sind. Eher kommt vielleicht als Mimikry die Ähnlichkeit in Betracht, welche gewisse marine Aale (Muräniden) mit den giftigen Seeschlangen aufweisen. Wohl ganz sicher in das Gebiet der Mimikryerscheinungen sind jene Fälle zu rechnen, in denen harmlose Schlangen, welche im Aussehen und in der Färbung giftigen Arten gleichen, die mit ihnen dasselbe Gebiet bewohnen, jene auch in ihrem Benehmen nachahmen. So wird aus Südafrika berichtet, daß jene harmlosen Schlangenarten aus der Gattung Dasypeltis (D. scabra), die wir früher schon als Eierfresser kennen gelernt haben, in ihrem Benehmen, d. h. durch Aufrichten des Körpers und heftiges Zischen, die giftigen Bitis- und Vipera-Arten (z. B. Vipera atropos) nachahmen. Die Vettern Sarasin berichten aus Celebes, daß dort eine ganze Anzahl von ungiftigen Schlangen sich sogar in der Halsregion nach Art der giftigen Hutschlangen aufblähen, so z. B. Coluber janseni Blkr.

Es sei hier immerhin auf jene Fälle hingewiesen, welche als Beispiele für das Vorkommen von Mimikry unter den Vögeln angeführt werden. Unser Kuckuck gleicht auffallend in Größe, Form, Farbe und Zeichnung dem Sperber. Mit Hilfe dieser Ähnlichkeit soll das Männchen die Singvögel von ihren Nestern scheuchen bzw. zur Verfolgung locken, während das Weibchen die Eier einschmuggelt. Jedenfalls ist es sehr auffallend, daß der indische Kuckuck Hierococcyx varius dem indischen Sperber (Astur badius) noch ähnlicher ist, auch in der Art des Flugs. Man hat beobachtet, daß die Singvögel schon bei seinem bloßen Anblick angstvoll ihr Nest im Stich lassen. Die indischen Oriolus (Pirol-)arten sind meist grellgefärbte auffallende Vögel, die aber ziemlich wehrlos sind. Eine Anzahl von Arten ist aber mattfarbig und mit eigenartigen Federn um die Augen und im Nacken ausgezeichnet, wodurch sie den Mönchsvögeln (Tropidorhynchus) sehr ähnlich werden, wehrhaften, geselligen Vögeln. Es ist nun sehr bemerkenswert, worauf Wallace zuerst hinwies, daß immer in den einzelnen Gebieten der austro-malayischen Region jeweils eine solche Pirolart in der Gesellschaft einer ihr sehr ähnlichen Mönchsvogelart vorkommt; so ist auf Buru das Arten-

Digitized by Google

paar erdbraun, auf Ceram haben beide Arten ockergelbe Fleckung, auf Timor helle Kehlflecken usw.

Vor allem sind es aber Insekten, welche als Beispiele für die Erscheinung der Mimikry anzuführen sind. Wir können hier zunächst einige Fälle aus unserer einheimischen Tierwelt erwähnen. Die meisten unserer stechenden Wespen- und Bienenarten sind durch auffallende Färbung ausgezeichnet. Sie tragen sogar jene Livree der Warnfarben, auf die wir früher, S. 375, schon hingewiesen haben, die gelb-schwarze oder gelb-braune Streifung, Ringelung und Fleckung. Nun gibt es eine ganze Anzahl von harmlosen Insekten, die ihnen in auffälligster Weise ähnlich sehen, und ähnlich, wie wir das auch in andern Fällen von Mimikry hervorzuheben haben werden, sind die betreffenden harmlosen Arten immer viel weniger individuenreich als ihre wehrhaften Vorbilder. Ja, die Bienen, Hummeln und Hornissen ähnlichen Falter, welche man unter dem Namen der Glasfalter (Sesien) zusammenfaßt, gelten in den meisten Gegenden für selten. Sie sehen nicht nur in den Umrissen ihres Körpers den Stechimmen ähnlich, sie tragen nicht nur dieselben Körperfarben, sondern sie haben denselben Schnitt der Flügel, die noch dazu ganz im Gegensatz zu dem, was wir sonst bei Schmetterlingen zu finden gewöhnt sind, schuppenlos und durchsichtig sind. Relativ häufig sieht man auf blühenden Wiesen auf den Doldenpflanzen die sogenannten Federfliegen, Arten aus der Gattung Volucella. Eine dieser Arten, Volucella bombylans, sieht einer Hummel zum Verwechseln ähnlich. Nicht nur, daß sie ein entsprechendes Pelzkleidchen auf ihrem Körper trägt, sie umschwirrt auch mit dem gleichen Brummen und Summen und in der gleichen geschäftigen Flugart wie eine Hummel die Blüten. Ja, sie kommt in zwei Varietäten vor, von denen jede einer Hummelart ähnlich sieht, indem sie entweder weiße und schwarze Pelzbänder oder einen rostroten Haarschopf am Hinterleib besitzen. Die Schlammfliegen aus der Gattung Eristalis haben wir früher schon wiederholt erwähnt, indem wir sie einmal als Blumenbesucher (S. 105) und später ihre merkwürdigen Larven als Schlammbewohner (S. 189) anführten. Sie erregen unser Interesse auch dadurch, daß sie einer gewöhnlichen Honigbiene so außerordentlich ähnlich sehen, daß die meisten Menschen aus Furcht vor dem Stachel der Biene Angst haben, eine solche Schlammfliege mit den Fingern anzurühren. Auch den kleineren und mittelgroßen Wespenarten gleichen viele Fliegen unserer Fauna, besonders aus den Familien der Syrphidae (Schwebfliegen) und Conopidae. Das auffallendste an ihnen ist die wespenähnliche schwarzgelbe Bänderung des Körpers, vor allem des Hinterleibs, oft auch der Körperumriß, der die Wespentaille nachahmt.

Hymenopteren mit Stechwerkzeugen, und zwar zum Teil solche mit Giftstacheln von sehr intensiver Wirkung sind in allen Teilen der Erde verbreitet. Überall finden wir nun auch Formen aus harmlosen und relativ wehrlosen Gruppen, welche solchen geschützten Vorbildern ähnlich sehen.

Insekten aus allen möglichen Gruppen ahmen durch Stacheln bewehrte Hymenopteren nach. So sind eine große Anzahl von Fällen der Mimikry bei Käfern bekannt geworden. Bekanntlich gibt es ja auch bei uns zu Lande einige Bockkäferarten (Necydalys u. a.), welche Schlupfwespenarten ähnlich sehen, die ja auch in ihren Legebohrern recht wirksame Waffen besitzen. In den Tropen sind es vor allen Dingen die großen Dolchwespenarten, meist metallisch schimmernde Insekten mit auffallenden Flügeln und empfindlich stechenden Stacheln, die von Bockkäfern und anderen Insekten nachgeahmt werden. Schon Wallace hatte auf die große Ähnlichkeit des Bockkäfers Coloborhombus fasciatipennis und der Pompilide Mygnimia aviculus aufmerksam gemacht. Diese Nachahmung wird dadurch wirkungs-

Digitized by Google

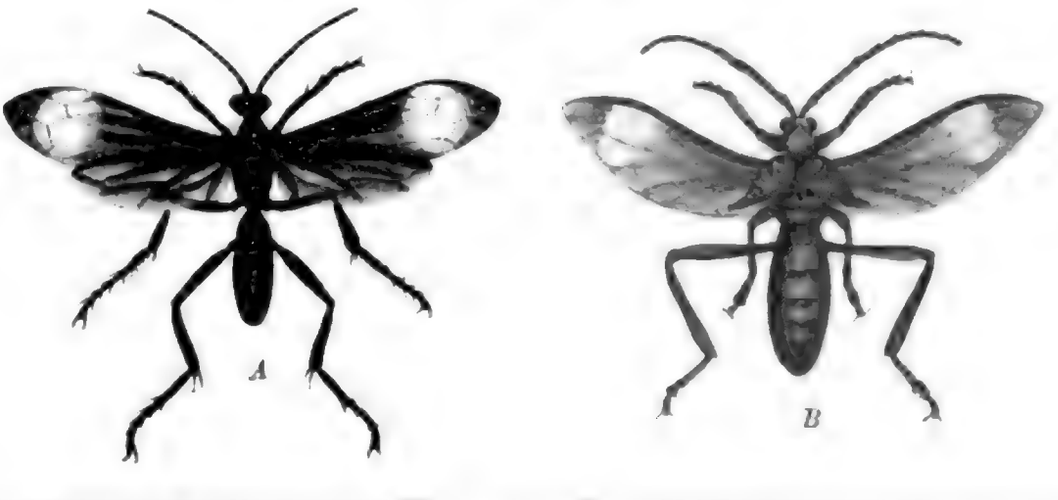


Abb. 352. *A* Wespe Mygnimia aviculus; *B* Bockkäfer Coloborhombus fasciatipennis. Nat. Größe. Nach Wallace.

voll, daß der Bockkäfer beim Fliegen seine Hinterflügel weit auseinanderbreitet, während seine Vorderflügel, die Deckflügel, zu ganz kurzen Stummeln reduziert sind (Abb. 352 B). Shelford, welcher ähnliche Formen ebenfalls in Borneo beobachtet hat, konnte auch eine große Übereinstimmung in Flug und Hinterleibsbewegung der Käferarten mit den Wespen feststellen. Auch Schmetterlinge und Fliegen ahmen solche Wespen nach. Unter den Schmetterlingen sind außer unsern einheimischen Hornissen- und Wespenschwärmern (Sesien) vor allem die Syntomiden Südamerikas als Wespennachahmer hervorzuheben. Sie gleichen ihren Vorbildern nicht nur im Umriß und in der Behaarung, in der Form und Färbung der Flügel, sondern auch in der Länge der Hinterbeine und in der Bewegung. Ein besonders interessantes Beispiel von Mimikry hat W. A. Hudson in Argentinien beobachtet. In einer Gegend, in welcher solitäre Wespen aus der Gattung Pepris sehr häufig sind, beobachtete er eine Heuschrecke, Rhomalea speciosa Thunberg, welche beim Fliegen jenen Wespen sehr ähnlich wird. Die Peprisarten haben stahlblaue oder purpurn schimmernde Körper und grellrote Flügel. Sie haben einen ziemlich stark wirkenden Stachel und außerdem die Eigenschaft, in der Erregung einen widerlichen Geruch von sich zu geben.

Die Heuschrecke Rhomalea speciosa ist nun, solange sie sitzt, durch Schutzfärbung sehr gut verborgen. Ihre Vorderflügel, Kopf und Thorax sind braun mit blaßgelblichen Zeichnungen. Das Abdomen jedoch ist stahlblau oder purpurn glänzend, das hintere Flügelpaar grellrot. Wenn die Heuschrecke fliegt, wird sie sehr auffallend und sieht der Wespe außerordentlich ähnlich, in deren Gesellschaft sie sich bewegt. Die Wespe zeigt ihren Charakter als geschütztes Insekt durch ihren langsamen Flug und ihre geringe Furchtsamkeit. Ähnlich die Heuschrecke, welche viel mehr fliegend sich bewegt, als das sonst bei den verwandten Formen zu bemerken ist. Fängt man ein Exemplar, so biegt es die Spitze seines Hinterleibes in einer merkwürdigen Weise um, so daß der Eindruck erweckt wird, als wolle es ähnlich einer Wespe stechen.

Daß das auffallende Aussehen der mit Warnfarben versehenen Tiere tatsächlich auf ihre Verfolger wirkt, davon haben wir oben Seite 376 bereits einige Beispiele gegeben. Es ist nun auch durch Experimente erwiesen worden, daß Tiere, welche einmal mit auffällig gefärbten Stechimmen eine schlechte Erfahrung gemacht haben, auch die ihnen ähnelnden Mimikryformen fürchten. So hat speziell Lloyd Morgan Versuche mit Eristalis durchge-

Digitized by Google

Fig. 1.—Head of Bee-fly (*Bombylius major*), showing the proboscis, the antennæ, and the eyes.

the head, the thorax, and the abdomen. The head bears the eyes, the antennæ, and the mouth-parts. The thorax bears the legs and the wings. The abdomen contains the digestive, the reproductive, and the respiratory organs.

The head is the first segment of the body. It is usually small, and is attached to the thorax by a narrow neck. It bears the eyes, the antennæ, and the mouth-parts. The eyes are usually large, and are placed on the sides of the head. The antennæ are usually long, and are placed on the front of the head. The mouth-parts are usually adapted for biting, sucking, or lapping.

The thorax is the second segment of the body. It is usually large, and is attached to the head by a narrow neck. It bears the legs and the wings. The legs are usually six in number, and are placed on the sides of the thorax. The wings are usually four in number, and are placed on the back of the thorax.

The abdomen is the third segment of the body. It is usually large, and is attached to the thorax by a narrow neck. It contains the digestive, the reproductive, and the respiratory organs. The digestive organs are usually long, and are coiled in the abdomen. The reproductive organs are usually small, and are placed on the back of the abdomen. The respiratory organs are usually small, and are placed on the sides of the abdomen.

Fig. 21. Blatt von Vicia Faba mit Botrytis cinerea.

Fig. 22. Botrytis cinerea auf Vicia Faba.

Botrytis cinerea Pers. (Fig. 21 u. 22) ist ein Schimmelpilz, der auf Blättern, Stengeln und Früchten vieler Kulturpflanzen, wie Bohnen, Erbsen, Kartoffeln, Tomaten, Erdbeeren, Weinreben, Rosen, Nelken, Primeln, Cyclamen, Gloxinien, Cinerarien, Pelargonien, Fuchsien, Begonien, Calceolarien, Gerbera, Chrysanthemum, Salvia, Lobelien, Petunien, Verbenen, Tabak, Gurken, Kürbis, Melonen, Kohl, Rüben, Salat, Spargel, Zwiebeln, Lauch, Schnittlauch, Knoblauch, Mais, Hafer, Gerste, Weizen, Roggen, Reis, Hirse, Zuckerrohr, Ananas, Banane, Dattelpalme, Feige, Orange, Citrone, Kaffee, Thee, Cacao, Vanille, Pfeffer, Ingwer, Cardamom, Muskatnuss, Gewürznelke, Zimmt, Cocospalme, Sagopalme, Arekapalme, Kautschukbaum, Gummibaum, Guttaperchabaum, Indigo, Baumwolle, Hanf, Jute, Flachs, Ramie, Sisalhanf, Manilahanf, Neuseeländischer Flachs, Agave, Aloe, Yucca, Tabak, Hopfen, Opium, Mohn, Wein, Kiefern, Fichten, Tannen, Lärchen, Eichen, Buchen, Hainbuchen, Birken, Erlen, Pappeln, Weiden, Linden, Ahorn, Rosskastanie, Platane, Esche, Ulme, Robinie, Akazie, Maulbeerbaum, Trauerweide, Trauerbirke, Trauerbuche, Trauerlinde, Trauerulme, Trauerakazie, Trauerrosskastanie, Trauerahorn, Trauerpappel, Trauerfichte, Trauerlärche, Trauerkiefer, Trauertanne, Trauerwacholder, Trauerlebensbaum, Trauerhemlocktanne, Trauerzeder, Trauerzypresse, Trauerwellingtonie, Trauerthuja

FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

FIG. 4

FIG. 5

FIG. 6

FIG. 7

FIG. 8

FIG. 9

FIG. 10

FIG. 11

FIG. 12

FIG. 13

FIG. 14

FIG. 15

FIG. 16

FIG. 17

FIG. 18

FIG. 19

FIG. 20

FIG.

Digitized by Google

Es ist dies durch Untersuchungen der Vogelmägen mehrfach nachgewiesen worden. Nun gibt es unter den tropischen Weichkäfern in der Unterfamilie der Lycinae sehr auffallend geformte und gefärbte Arten. Sie haben eine charakteristische nach hinten verbreiterte Form der stark gerippten Flügeldecken und sind auffallend braunrot und schwarz gebändert. Sie leben nach den Untersuchungen von Marshall in Südafrika relativ zahlreich auf Blüten, die sie nur in langsamem Flug verlassen; aus ihren Hinterschenkeln lassen sie in der Gefahr einen übelriechenden weißen Saft austreten (vgl. Taf. VIII). Auch andere Naturforscher, wie z. B. Shelford und Belt sowie besonders Haase, haben die Bedeutung dieser Käfer als Vorbilder für Mimikryarten hervorgehoben. Es sind ganze Gruppen von Käfern aus andern Familien, ferner Schmetterlinge, Wanzen, Schaben usw., welche den Schutz, den ihnen die Ähnlichkeit mit den Lycinen gewährt, ausnützen und dadurch sowohl jenen als auch sich untereinander ähnlich werden.

Die wichtigsten und interessantesten Fälle von Mimikry sind seit jeher aus der Ordnung der Schmetterlinge beschrieben worden. Natürlich handelt es sich in der Hauptsache um bei Tag fliegende Schmetterlinge, und die Mehrzahl der Mimikryerscheinungen macht die geschützten Arten ihren Vorbildern besonders während des Fluges ähnlich. Wir haben schon früher hervorgehoben, daß unter den Tagschmetterlingen ganze Unterfamilien, wie die Danainen, die Ithomiinen, die Acraeinen und Heliconinen, durch schlechten Geschmack und Geruch ausgezeichnet sind. Auch in anderen Schmetterlingsfamilien finden sich einzelne Gattungen oder Gruppen von Arten, die durch die gleichen Eigenschaften gekennzeichnet sind. Wir haben als solche z. B. die sogenannten Pharmacophagen unter den Papilioniden kennen gelernt. Wir können hinzufügen, daß einzelne Morphinen, ferner unsere bekannten Widderchen (Zygaenidae) ebenfalls widrige Eigenschaften besitzen. Schmetterlinge aus den angegebenen Gruppen, die auch vielfach ausgesprochene Warnfarben an ihren Flügeln aufweisen, werden nun von Schmetterlingen aus verschiedenen Gruppen, vor allem aber von Papilioniden nachgeahmt. Die Nachahmer sind stets ganz wehrlose, durch keinerlei schlechte Gerüche, Geschmack oder Gifte geschützte Formen. Gewisse feine Besonderheiten des Baues, so die Form der Fühler, der Füße, das Geäder der Flügel, die Beschaffenheit der Raupen und Puppen, überhaupt der Verlauf der Entwicklungsgeschichte lassen uns mit Sicherheit die große innere Verschiedenheit der Modelle und ihrer Nachahmer erkennen. Betrachten wir aber die Tiere nur auf ihren Körper- und Flügelbau, oder fassen wir gar hauptsächlich die Färbung der Flügel ins Auge, so können wir vielfach den Nachahmer von seinem Modell kaum unterscheiden. Wenn wir nun die Tiere in ihrer natürlichen Umgebung betrachten, während sie im Flug die Blüten umgaukeln, dann wird das geübteste Auge des Beobachters und Sammlers getäuscht. Wir haben schon früher hervorgehoben, daß die geschützten und auffallenden Schmetterlingsarten einen trägen Flug besitzen, und daß sie keine Neigung zeigen, bei drohender Gefahr sich rasch zu flüchten. Man kann ferner vielfach beobachten, daß solche geschützte Schmetterlinge in großen Scharen gemeinsam fliegen. Das gilt z. B. für Danainen, Helikoninen und Acraeinen. Bates erzählt in seinem berühmten Reisewerk, daß in Amazonien die Helikonier in so großen Scharen fliegen, daß sie mit ihrer gelbbraunen Färbung ein charakteristisches Merkmal der Landschaft ausmachen. Mir fiel dasselbe auf den westindischen Inseln auf, und in Ceylon konnte ich die nämliche Beobachtung mit Danainen und Euploeen machen. Unter diesen großen Scharen finden sich nun vereinzelte Individuen der stets viel seltener vorkommenden Nachahmer, die zwar selbst meistens Gruppen angehören, welche flink zu fliegen und sehr scheu zu sein pflegen, die aber mit der Uniform ihrer Modelle auch deren auffälliges, langsames Benehmen angenommen haben. So fliegen unter

Digitized by Google

Fig. 1 ♂ Fig. 2 ♀ Fig. 3 ♀

Biodiversity Heritage Library

Digitized by Google

wing, and a broad band of the same colour on the hind wing. The underside is similar, but the colours are duller. The caterpillar is green, with a yellow line on each side, and feeds on the leaves of the Cabbage, Nasturtium, and other plants. The chrysalis is green, with yellow spots, and is attached to a wall or fence by a silken thread passed round the middle of the body.

Fig. 97.—The Common Brimstone Butterfly.

Plate 6 Heliconius erato phyllis (1–4), Heliconius melpomene melpomene (5–8), Heliconius melpomene rosina (9–12)

Fig. 1. *Parides agavus* (Drury) ♂ Fig. 2. *Parides agavus* (Drury) ♀

Fig. 3. *Parides agavus* (Drury) ♂ Fig. 4. *Parides agavus* (Drury) ♀

Fig. 5. *Parides agavus* (Drury) ♂ Fig. 6. *Parides agavus* (Drury) ♀

Fig. 7. *Parides agavus* (Drury) ♂ Fig. 8. *Parides agavus* (Drury) ♀

Figure 1. Butterflies from the Amazon Rainforest

durch einen Bären, eine Arctiide (Taf. IX Abb. 7 u. 8). Wir haben schon vorhin erörtert, daß es auch geschützte Papilioarten gibt, welche man zur Untergattung Pharmacophagus zusammenfaßt. Es sind das schlanke Schmetterlinge von dunkler Grundfarbe mit schwarzen radialen Streifen auf den Vorderflügeln und roten und weißen sehr auffallenden Flecken auf den schmalen, in Fortsätze auslaufenden Hinterflügeln. Die roten Flecken sind auch auf der Unterseite der Flügel sichtbar, so daß sie gemeinsam mit der roten Färbung der Bauchseite des Hinterleibs auch beim sitzenden Schmetterling als sehr auffallende Warnfarbe wirken. Sie werden in überraschender Weise nicht nur durch selbst ungeschützte Papilioarten, sondern auch durch Heteroceren nachgeahmt. So wird z. B. Pharmacophagus dasaranda (Abb. 357) in Nordindien durch einen Papilio janaka imitiert und im gleichen Gebiete durch eine Heterocere aus der Familie der Epicopeiiden Epicopeia polydorus (Abb. 358). Die ganze Gattung Epicopeia besteht aus Arten, welche eine Reihe verschiedener Pharmakophagusarten nachahmen.

Früher haben wir schon erörtert, daß durch alle möglichen Anpassungen, wie die junge Nachkommenschaft, so auch vor allem die für die Erhaltung der Art besonders wertvollen Weibchen besser geschützt sind als die Männchen. Die Mimikryerscheinungen bringen uns weitere Belege für diese Gesetzmäßigkeit. In vielen Fällen sind die Männchen von Schmetterlingsarten vollkommen ungeschützt, während die Weibchen in ihrem Aussehen eine geschützte Schmetterlingsart nachahmen. Es ist aber kein Fall bekannt, in welchem das Männchen durch Mimikry geschützt wäre, das Weibchen dagegen nicht. Der vorhin erwähnte Danaus chrysippus wird nur von dem Weibchen von Hypolimnas missippus nachgeahmt, während das Männchen der letzteren Art auf seiner tiefschwarzen Oberseite drei auffallende weiße, am Rand blau schillernde Flecken zeigt. Die Pieride Perhybris pyrrha aus Peru, welche im weiblichen Geschlecht vollkommen einem Heliconius gleicht, sieht im männlichen Geschlecht auf der Oberseite der Flügel mit der bei Pieriden üblichen weißschwarzen Zeichnung fast wie ein Kohlweißling aus, während die Unterseite schon Andeutungen des Heliconidenmusters zeigt (vgl. Taf. IX Abb. 5 u. 6).

Bei manchen Arten können mir einen sehr merkwürdigen Polymorphismus konstatieren. So treten bei dem auf den Sundainseln, z. B. auf Java, häufig vorkommenden Papilio memnon zwei Weibchenformen auf; das Männchen ist einfach dunkel gestreift und besitzt an den Hinterflügeln keine Schwalbenschwanzfortsätze. Ihm sieht in Zeichnung und Form die eine Weibchenform vollkommen ähnlich. Nun gibt es im gleichen Gebiet eine zweite Weibchenform, die man auch aus den nämlichen Gelegen mit den typischen Männchen und Weibchen gezüchtet hat. Sie hat viel hellere Vorderflügel, gelbe Flecken statt der roten der typischen Männchen und Weibchen und sehr auffallende weiße Bänder auf den schlanken, zugespitzten, schwalbenschwanzähnlichen Hinterflügeln. Dieses abweichende Weibchen entspricht einem im gleichen Gebiet fliegenden Pharmacophagus (Ph. Coon). Die Erscheinungen des Dimorphismus können dadurch weiterhin kompliziert werden, daß Männchen und Weibchen zwei verschiedenen geschützten Arten ähnlich sehen.

Die größten Schwierigkeiten bereiteten aber der Forschung diejenigen Arten, bei denen der Polymorphismus so weit ging, daß zu einer Männchenform eine ganze Reihe von Weibchenformen gehören, von denen jede eine andere geschützte Schmetterlingsart nachahmt. Ein berühmtes Beispiel bietet uns der afrikanische Papilio dardanus (meist unter dem Namen P. merope aufgeführt) dar, dessen verschiedene Weibchenformen man früher für lauter verschiedene Arten hielt, wobei es nur immer auffiel, daß man von den betreffenden Arten stets nur Weibchen in den Sammlungen hatte. Seither ist nachgewiesen worden, daß die sämt-

Digitized by Google

lichen Weibchenformen in einer Brut aus demſelben Gelege gezüchtet werden können, was ihre Zuſammengehörigkeit unbezweifelbar machte. Papilio dardanus iſt durch ganz Afrika ſüdlich der Sahara in einer Reihe von Unterarten verbreitet.

Die Unterart, welche in Madagaskar vorkommt (P. dardanus marianus Feld.), beſitzt Männchen und Weibchen, die ſich nicht nur im Beſitz des Schwalbenſchwanzfortſatzes, ſondern auch im ſchwefelgelben Grundton und der ſchwarzen Fleckung vollkommen gleichſehen. Die in Abeſſinien vorkommende Unterart wird als Papilio dardanus antinorii Oberthür unterſchieden. Bei ihr ſind gewöhnlich die Männchen und Weibchen auch einander gleich. Es kommen aber als ſeltene Ausnahmen bei ihr Weibchenformen vor, die zwar den Schwalbenſchwanz beſitzen, aber andere Färbungen aufweiſen und darin an die ſogleich zu erwähnenden ſchwanzloſen Weibchenformen erinnern. Im übrigen tropiſchen Afrika iſt nämlich ſtets nur das Männchen von Papilio dardanus geſchwänzt, und die Weibchen imitieren eine Reihe von verſchiedenen geſchützten Schmetterlingen, die ungeſchwänzt ſind. Die beſonders genau unterſuchte Unterart wird als Papilio dardanus bezeichnet. Bei ihr treten vier Weibchenformen auf. Die eine, als forma trophonius benannt, erinnert uns ſofort an eine Danaine, die wir bereits oben als Vorbild für das Weibchen von Hypolimnas missipus kennen gelernt haben, an Danaus chrysippus. Sie beſitzt lebhaft rotgelb gefärbte Flügel mit weißen und ſchwarzen Flecken. Die zweite Weibchenform wird als forma hippocoon bezeichnet. Sie ahmt eine andere Danaine, Amauris niavius, nach. Es iſt das ein Schmetterling mit weißen Flecken auf Vorder- und Hinterflügeln, welch letztere eine ſtark verdunkelte Hinterrandzone beſitzen. Dieſer Form ähnelt die dritte, die forma cenea, welche ebenfalls eine Amaurisart imitiert bzw. zwei ſolchen gleichſieht. Es ſind dies Amauris echeria und albimaculata, bei denen die Flecken der Vorderflügel kleiner und die hellen Stellen der Hinterflügel gelb gefärbt ſind. Während die beſchriebenen drei Weibchenformen alle Danainen nachahmen, hat die vierte forma planemoïdes eine Acraeide Planema poggei (vgl. Taf. X Abb. 6 u. 13) zum Vorbild.

Die afrikaniſche Pierine Leuceronia argia beſitzt ebenfalls eine unvariable Männchenform, während die vielgeſtaltigen Weibchen (vgl. Taf. X Abb. 11) geſchützte Arten aus den Gattungen Belenois, Mylothris, Phrissura und Pinacopteryx nachahmen.

Für das Verſtändnis der Mimikryerſcheinungen ſind folgende Beobachtungen von Bedeutung:

Die geſchützten Arten zerfallen vielfach in Varietäten, welche durch Färbung oder Zeichnung ſich unerheblich voneinander unterſcheiden. Dieſe Varietäten ſind vielfach geographiſche Raſſen, welche jeweils auf ein beſtimmtes Gebiet beſchränkt ſind. In vielen Fällen können wir nun nachweiſen, daß die jene geſchützten Arten nachahmenden Mimikryformen in jedem Gebiet in einer Parallelform vorkommen, welche in gleichem Sinn verändert iſt wie ihr Vorbild. Solche Beobachtungen ſind z. B. in Afrika an den Arten der beiden Pierinengattungen Mylothris und Phrissura gemacht worden. So entſprechen ſich nach Dixey in Oſtafrika Mylothris narcissus und Phrissura lasti, in Uganda M. sp. (unbeſtimmt) und P. sylvia, am Kongo M. asphodelus und P. perlucens, in Weſtafrika M. bernice und P. sp. (unbeſtimmt). In Südamerika werden geſchützte Ithomiinen, Heliconiinen, Danainen und Nymphalinen durch Weibchen von Pierinen nachgeahmt. Es zeigt ſich nun, daß die betreffenden Formenpaare (oder, wie wir ſpäter (S. 407) ſehen werden, Formengruppen oder Ringe) durch das weite Gebiet der ſüdamerikaniſchen Tropen immer in gleichſinnig abgeänderten Varietäten verbreitet ſind. Man findet die Formen in Guatemala und Nicaragua mit Längsſtreifen auf den Flügeln, in Venezuela ſind die Streifen aufgelöſt, ein leichtes

Digitized by Google

Übergreifen der roten Grundfarbe über das Gelb der Flügelspitze macht sich bemerkbar. In Trinidad wird ein allgemeines Ablassen der Grundfarbe durch Zunahme des gelben Pigments bedingt. In Guyana sind die Streifen noch weiter aufgelöst, eine allgemeine Verdunkelung, besonders der Hinterflügel hat stattgefunden. In Ostbrasilien sehen die Tiere ähnlich aus wie in Trinidad, doch ist der gelbe Strich auf dem Hinterflügel deutlicher; am Apex findet sich ein blasser Fleck, und die dunkle Fläche ist weniger aufgelöst. In Ega am oberen Amazonas ist über die Flügel aller Vertreter der Gruppe ein eigenartiger kastanienbrauner Ton ausgegossen. In Peru zeigt sich vollkommene Fleckenlosigkeit; der Apex ist einheitlich dunkel. Und schließlich in Ecuador sind die Streifen ganz verschwunden, und auch die Flecken, sind ganz eingehüllt in die dunkelbraune Färbung von Apex und einem großen Teil von Vorder- und Hinterflügel.

Betrachtet man größere Schmetterlingssammlungen aus bestimmten Gegenden der Erde, so fällt es auf, daß überhaupt vielfach Tagschmetterlinge aus ganz verschiedenen Familien und Gattungen gewisse Übereinstimmung in Färbung und Zeichnung aufweisen, wenn sie aus derselben Gegend stammen. Man kann direkt von Uniformen der betreffenden Regionen sprechen, wie dies Döderlein getan hat, indem er darauf aufmerksam machte, daß in Südamerika braun-gelb-schwarze, in Afrika grünschwarze, in Indien metallisch glänzende Färbung der Tagschmetterlinge sehr häufig sei. Die Gründe, welche diese Uniformen erzeugt haben, sind uns in der Hauptsache noch unbekannt. Einen gewissen Einblick in die sie bestimmenden Zusammenhänge haben die zuerst von Fritz Müller in Brasilien angestellten Beobachtungen über die sogenannten Mimikry-Ringe der Schmetterlinge verschafft. Ihm war zuerst aufgefallen, daß vielfach nicht nur genießbare Schmetterlinge den immunen Formen ähnlich waren, sondern daß z. B. in der von ihm bewohnten Gegend Danainen, Ithomiinen und Heliconinen sich untereinander auffällig glichen. An Fritz Müllers Wohnort Blumenau in Brasilien sind es die Danainen Lycorea sp., die Heliconinen Heliconius eucrate und Eueides isabella und die Ithomiinen Mechanitis lysimnia und Melinaea sp, welche, obwohl alle immunen Gattungen angehörig, sich in den großen Zügen in Färbung, Zeichnung und Flügelschnitt ähneln (vgl. die Bahiaformen Taf. IX Abb. 1—4). Wie die oben erwähnten Paare, so findet man nun in den einzelnen Teilen Südamerikas diesem entsprechende Ringe, deren Arten jeweils einander entsprechend gestaltet und gefärbt sind. Seither sind viele derartige Beobachtungen gemacht worden, und speziell in Afrika hat man unter den Acraeinen-Nachahmern derartige Ringe nachgewiesen. Nach dem Vorgang von Fritz Müller faßt man diese Ringe als Versicherungsgesellschaften auf Gegenseitigkeit auf. Fritz Müller hat selbst beobachtet, daß die insektenfressenden Vögel als junge Tiere immer durch Erfahrung erst lernen müssen, daß die Schmetterlinge aus gewissen Gattungen schlecht schmecken und ungenießbar sind. Wenn die jungen Vögel Erfahrungen sammeln, so fallen ihnen sehr viele Schmetterlinge auch aus den immunen Arten zum Opfer, bis sie durch Erfahrung klug geworden, jene auffallenden Formen verschonen. So ist es also ein Vorteil für alle in einem Ring vereinigten Arten, einander ähnlich zu sehen; denn, indem die Vögel ihre Erfahrungen an beliebigen Exemplaren irgendeiner Art des Ringes machen, die Nutzanwendung aber auf dessen sämtliche Mitglieder übertragen, entfällt auf jede der Arten eine kleinere Anzahl von Opfern. Wie seither besonders in Afrika durchgeführte statistische Untersuchungen festgestellt haben, sind die in einem Ring zusammengeschlossenen immunen Arten stets relativ häufige individuenreiche Formen. Zwischen ihnen kommen die nichtimmunen Nachahmer immer nur vereinzelt vor. Wir finden solche Ringe nicht nur unter den Heliconiern Südamerikas und den Acraeinen Afrikas, sondern auch unter den Euploeen und

Digitized by Google

Danainen Südasiens. Eine solche Kombination um die ungenießbare Pieridengattung Mylothris sich gruppierender Pieriden, Lycäniden usw. ist auf Taf. IX Abb. 11—15 dargestellt. Unter ihnen ist Leuceronia argia die einzige ungeschützte Form, Belenois thysa, Pinacopteryx rubrobasalis, Phrissura phoebe und Mylothris agathina gehören alle geschützten Gattungen an. Meist handelt es sich da um ganze Gruppen einander ähnlich sehender und vielfach gemeinsam fliegender Arten derselben immunen Gattung, welche dann von einer ganzen Reihe wohlschmeckender Arten nachgeahmt werden. Es gibt z. B. eine ganz große Zahl von Papilioarten, welche die schwarzweißgestreiften Danausarten mehr oder minder getreu kopieren (vgl. Abb. 355 u. Abb. 356). Diese Ringbildung beschränkt sich nicht nur auf die Schmetterlinge, sondern wir finden ähnliches bei den Nachahmern mit Warnfarben versehener Stachelimmen und Käfer. Es ist sehr auffallend, daß man, wie speziell die Untersuchungen englischer Naturforscher in Afrika nachgewiesen haben, Modelle und Nachahmer oft an einem Ort, an einem Tag und an der gleichen Blume fangen kann. So sammelte z. B. Dixey bei Eastlondon in Südafrika Wespen, Brakoniden, Nachtschmetterlinge, Wanzen, Fliegen, Käfer von derselben Warnfarben-Uniform an einem Baum. Es ist ganz interessant, einmal eine der Statistiken zu reproduzieren, welche durch von Poulton beauftragte Sammler in Uganda aufgestellt wurden. In der gleichen Gegend wurden an einem Tag 240 Exemplare von Schmetterlingen gefangen, die zu einem solchen Ring gehörten. Die immunen Arten in diesem Ring waren Planema macarista Sh. (Taf. X Abb. 7), von dem 81 Exemplare, Planema poggei (nelsoni) Dew. (Taf. X Abb. 6), von welchem 12 Exemplare, und die sie beide im weiblichen Geschlecht imitierende Acraea alciope forma aurivillii staud. (Taf. X Abb 11), von der 49 Exemplare gefangen wurden; dazu kamen 35 der nicht mimetischen Männchen der gleichen Art. Demgegenüber wurden von den genießbaren Nymphaliden Pseudacraea hobleyi Neave (Taf. X Abb. 9) 36 Exemplare, von P. kuenovi hypoxantha Dew. (Taf. X Abb. 8) 2 Stück, von P. albostriata in einigen Varietäten 21 Stück erbeutet. Dazu kamen von Papilio dardanus dardanus forma planemoides (Taf. X Abb. 13) 4 Exemplare, also 63 der genießbaren Formen gegen 177 der immunen Mitglieder des Ringes.

Dieser Planema poggei-Ring, zu dem außer den genannten Arten noch Precis rauana (Taf. X Abb. 10) und eine Form von Elymnias phegea (Taf. X Abb. 12) gehören, ist eines der schönsten Beispiele für den Einfluß einer sehr gut geschützten Form auf eine ganze Anzahl anderer geschützter und ungeschützter Arten. Es scheint, daß der Ring mit der Mehrzahl seiner Mitglieder sich im ganzen Verbreitungsgebiet von Planema poggei findet. Sie alle wurden zuerst aus Westafrika bekannt, erstrecken sich aber wie viele westafrikanische Formen nach neuen Funden bis ins Seengebiet.

h) Aktive Färbungsanpassung.

Ehe wir uns der Deutung der erörterten Erscheinungen zuwenden, wird es gut sein, noch ein Gebiet ins Auge zu fassen, welches uns eventuell wichtige Gesichtspunkte für diesen Zweck liefern kann. Es ist schon seit langer Zeit beobachtet worden, daß gewisse Tiere die Fähigkeit haben, ihre Färbung zu verändern. Meist beruht diese Fähigkeit auf dem Vermögen, verschieden gefärbte Pigmente, die in der Haut der betreffenden Tiere enthalten sind, zu verschieben und damit eine wechselnde Anordnung der gefärbten Partikelchen zu erzielen. Nicht immer lassen diese Färbungsänderungen Beziehungen zu dem Problem der schützenden Ähnlichkeit erkennen. Vielfach erfolgen sie unter dem Einfluß physiologischer Reize, die zunächst gar nichts mit dem Schutzbedürfnis der Tiere zu tun haben. So ist z. B. in neuerer Zeit vielfach bezweifelt worden, daß die bekannte Farbveränderlichkeit des Chamäleons eine

Digitized by Google

Schutzanpassung sei. Einerlei, welche primären Ursachen und welche besonderen Bedeutungen die Verschiebbarkeit der Farbstoffe in der Haut vieler Tiere haben mag, es ist wohl nicht zu bezweifeln, daß sie bei einer Reihe von Formen dazu dient, das Tier seiner Umgebung ähnlich zu machen. Unter den marinen Crustaceen gibt es eine beträchtliche Anzahl von Formen, welche die Fähigkeit aktiver Färbungsveränderung dem Besitz von sogenannten Chromatophoren verdanken. Es sind dies fein verzweigte ein- oder mehrzellige Bildungen, in denen die Farbstoffe in Gestalt von feinen Pigmenten verteilt sind. In den feinen Ausläufern der Chromatophoren bewegt sich das Pigment und kann so einmal an einem Punkte konzentriert, dann wieder über eine größere Region des Körpers ausgebreitet werden. So kann der Körper nicht nur durch die Bewegungen des Pigmentes bald hell und bald dunkel gefärbt erscheinen, sondern, da in den Chromatophoren verschiedenfarbige Pigmente enthalten sein können, so erzeugt deren Kombination alle möglichen Farbtöne: blau und gelb übereinander gedeckt ergibt grüne Färbung; rot und blau violett, gelb und rot braun usw. usw. Indem nun in einzelnen Regionen des Körpers das Pigment in den Chromatophoren zusammengezogen, in andern ausgebreitet wird, oder indem die Farbstoffpigmente in den verschiedenen Teilen des Körpers in verschiedener Weise und verschiedener Menge miteinander kombiniert werden, können alle möglichen Zeichnungen, Fleckungen, Streifungen und Bänderungen des Körpers hervorgebracht werden. Die Chromatophoren stehen unter dem Einfluß des Zentralnervensystems. Die Bewegung des Pigmentes in ihnen wird bei manchen der untersuchten Arten in einer offenkundigen Weise durch die auf das Auge wirkenden Reize beeinflußt.

So sehen wir denn z. B. bei dem kleinen Dekapodenkrebs Virbius (-Hippolyte) varians, einem häufigen Bewohner der Strandregion an den europäischen Küsten, Individuen in allen möglichen Färbungen auftreten. Die Tiere sind Bewohner der Algenrasen, und zwar kommen sie auf allen möglichen Algenformen vor. Man findet sie ebensogut auf den Grünalgen als auf den Brauntangen; sie leben auf den roten, rotweiß oder braunweiß gestreiften Floridеen, kurz, auf Pflanzen der allerverschiedensten Färbung. Sammeln wir in einer Region, in welcher dieser Krebs häufig ist, Algen ein, so kann es uns passieren, daß wir, ohne es zu merken, eine Menge der kleinen Krebse miterbeuten. Wir konnten sie beim Sammeln nicht wahrnehmen, da sie jeweils der Pflanze, auf der sie saßen, in wunderbarer Weise ähnlich sahen. Auf der Tafel XI sind eine Anzahl solcher Färbungstypen dieser eigenartigen Garneele dargestellt. Wenn wir unsere Algen in einem großen Glasgefäß ordentlich durcheinanderschütteln, dann werden die Krebse mit einemmal alle sichtbar. Sie müssen die Unterlage, an der sie angeklammert waren, loslassen und halten sich fest, wo sie gerade hinkommen. Da sitzt dann ein roter Krebs auf einer grünen Alge, ein brauner auf einer weißlichen, ein dunkelgrün und gelblich gestreifter auf einer Rotalge; kurz, alle die Tierchen, die auf eine verkehrte Unterlage geraten sind, stechen erheblich von derselben ab. Dabei bleibt es aber nicht lange, sondern nach Ablauf von einigen Stunden sind alle die Tiere auf die Unterlage zurückgekehrt, der sie ähnlich waren. Sie haben dieselbe wieder aufgesucht. Hindern wir sie aber daran, indem wir z. B. Individuen mit allen möglichen Färbungen auf einen gleichmäßig grünen Untergrund setzen, so haben wir bald Gelegenheit, die Wirksamkeit der Chromatophoren, die Folgen der Pigmentverschiebung, festzustellen. Jedes der Tierchen, ob es nun vorher rot, braun, gesprenkelt oder gestreift war, ist nach Ablauf einer gewissen Zeit gleichmäßig grün geworden. Und das entsprechende Resultat erhalten wir für jede beliebige Farbe des Untergrundes, die wir gewählt haben. Die Tiere haben also durch eine aktive Tätigkeit sich selbst dem Untergrund, auf dem sie sitzen, ähnlich gemacht.

Digitized by Google

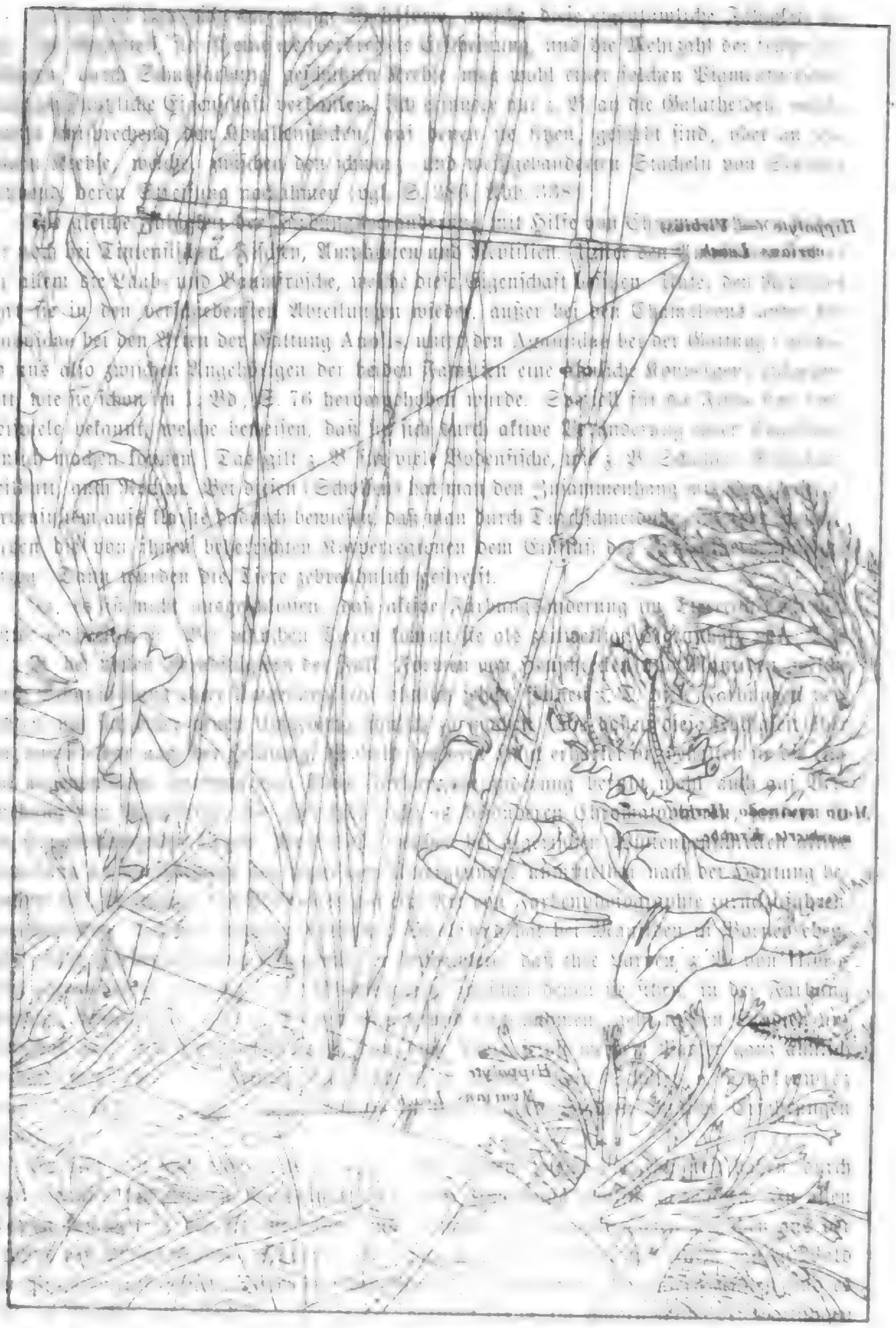
Virbius ist nun nicht die einzige Krebsform, welche diese eigentümliche Fähigkeit besitzt. Im Gegenteil, sie ist eine weitverbreitete Erscheinung, und die Mehrzahl der früher erwähnten, durch Schutzfärbung geschützten Krebse mag wohl einer solchen Pigmentverschiebung jene nützliche Eigenschaft verdanken. Ich erinnere nur z. B. an die Galatheiden, welche jeweils entsprechend den Korallenstöcken, auf denen sie sitzen, gefärbt sind, oder an jene kleinen Krebse, welche, zwischen den schwarz- und weißgebänderten Stacheln von Seeigeln wohnend, deren Streifung nachahmen (vgl. S. 386, Abb. 338).

Die gleiche Fähigkeit der Färbungsveränderung mit Hilfe von Chromatophoren finden wir noch bei Tintenfischen, Fischen, Amphibien und Reptilien. Unter den Amphibien sind es vor allem die Laub- und Baumfrösche, welche diese Eigenschaft besitzen. Unter den Reptilien kehrt sie in den verschiedensten Abteilungen wieder, außer bei den Chamäleons unter den Iguanidae bei den Arten der Gattung Anolis, unter den Agamidae bei der Gattung Calotes, wo uns also zwischen Angehörigen der beiden Familien eine ähnliche Konvergenz entgegentritt, wie sie schon im 1. Bd., S. 76 hervorgehoben wurde. Speziell für die Fische sind viele Beispiele bekannt, welche beweisen, daß sie sich durch aktive Veränderung ihrer Umgebung ähnlich machen können. Das gilt z. B. für viele Bodenfische, wie z. B. Schollen, Steinbutt, Heilbutt, auch Rochen. Bei diesen (Schollen) hat man den Zusammenhang mit dem Zentralnervensystem aufs klarste dadurch bewiesen, daß man durch Durchschneidung einzelner Spinalnerven die von ihnen beherrschten Körperregionen dem Einfluß des Zentralnervensystems entzog. Dann wurden die Tiere zebraähnlich gestreift.

Ja, es ist nicht ausgeschlossen, daß aktive Färbungsänderung im Tierreich noch viel weiter verbreitet ist. Bei manchen Tieren kommt sie als zeitweilige Eigenschaft vor. Das ist z. B. bei vielen Geradflüglern der Fall. Formen von Heuschrecken und Mantiden, welche durch Schutzfärbung ihrer Umgebung sehr ähnlich sehen, können z. T. diese Färbungen verändern, um sich einer neuen Umgebung ähnlich zu machen Sie haben diese Fähigkeit aber nur unmittelbar nach der Häutung. Sobald die neue Haut erhärtet ist, behalten sie die einmal angenommene Färbung bei. Diese Färbungsveränderung beruht wohl auch auf Verschiebung von Pigmenten, die aber hier nicht in besonderen Chromatophoren, sondern in den Hypodermiszellen liegen. Vosseler, welcher bei algerischen Wüstenheuschrecken aktive Anpassung an die Färbung des jeweiligen Untergrundes unmittelbar nach der Häutung beobachtet hat, ist geneigt, das Phänomen auf eine Art von Farbenphotographie zurückzuführen, eine Annahme, die mir unnötig erscheint. Shelford hat bei Mantiden in Borneo ebenfalls aktive Farbenänderung festgestellt; er beobachtete, daß ihre Larven, z. B. von Hierodula superstitiosa, alle möglichen Blumenarten, zwischen denen sie sitzen, in der Färbung imitieren können. Die Fähigkeit, den Untergrund nachzuahmen, geht in den Stadien unmittelbar nach der Häutung so weit, daß diese Tiere selbst weißem Papier ganz ähnlich werden, wenn man sie zwingt, auf solchem zu sitzen. Mein Schüler v. Dobkiewicz konnte bei Dixippus und Sphodromantis in jugendlichen Stadien ähnliche Erfahrungen machen.

Es gibt nun noch eine weitere Gruppe von Tieren, welche die Fähigkeit haben, durch sogar ziemlich komplizierte Handlungen sich ihrer Umgebung ähnlich zu machen. In allen Meeren kommen in der Strandregion und in nicht allzu großen Tiefen Krabben aus der Gruppe der Dreieckskrabben (Oxyrrhynchen) vor, welche gewöhnlich mit einem ganzen Wald von Pflanzen und sessilen Tieren auf dem Rücken umherlaufen. An unsern Küsten sind es z. B. im Norden vor allem Angehörige der Gattung Hyas, im Süden solche der Gattungen Maia, Pisa und vieler anderer (vgl. Farbentafel XI). Sie alle sind auf ihrem Rückenpanzer

Digitized by Google



Mann, Pisa und Vo... ...ne und auf ihrem Rückenpanzer

Montastraea faveolata, 3

Digitized by Google

gitized by Google

ad. ad. ad.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29. Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32. Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35. Fig. 36. Fig. 37. Fig. 38. Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41. Fig. 42. Fig. 43. Fig. 44. Fig. 45. Fig. 46. Fig. 47. Fig. 48. Fig. 49. Fig. 50. Fig. 51. Fig. 52. Fig. 53. Fig. 54. Fig. 55. Fig. 56. Fig. 57. Fig. 58. Fig. 59. Fig. 60. Fig. 61. Fig. 62. Fig. 63. Fig. 64. Fig. 65. Fig. 66. Fig. 67. Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70. Fig. 71. Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74. Fig. 75. Fig. 76. Fig. 77. Fig. 78. Fig. 79. Fig. 80. Fig. 81. Fig. 82. Fig. 83. Fig. 84. Fig. 85. Fig. 86. Fig. 87. Fig. 88. Fig. 89. Fig. 90. Fig. 91. Fig. 92. Fig. 93. Fig. 94. Fig. 95. Fig. 96. Fig. 97. Fig. 98. Fig. 99. Fig. 100. Fig. 101. Fig. 102. Fig. 103. Fig. 104. Fig. 105. Fig. 106. Fig. 107. Fig. 108. Fig. 109. Fig. 110. Fig. 111. Fig. 112. Fig. 113. Fig. 114. Fig. 115. Fig. 116. Fig. 117. Fig. 118. Fig. 119. Fig. 120. Fig. 121. Fig. 122. Fig. 123. Fig. 124. Fig. 125. Fig. 126. Fig. 127. Fig. 128. Fig. 129. Fig. 130. Fig. 131. Fig. 132. Fig. 133. Fig. 134. Fig. 135. Fig. 136. Fig. 137. Fig. 138. Fig. 139. Fig. 140. Fig. 141. Fig. 142. Fig. 143. Fig. 144. Fig. 145. Fig. 146. Fig. 147. Fig. 148. Fig. 149. Fig. 150. Fig. 151. Fig. 152. Fig. 153. Fig. 154. Fig. 155. Fig. 156. Fig. 157. Fig. 158. Fig. 159. Fig. 160. Fig. 161. Fig. 162. Fig. 163. Fig. 164. Fig. 165. Fig. 166. Fig. 167. Fig. 168. Fig. 169. Fig. 170. Fig. 171. Fig. 172. Fig. 173. Fig. 174. Fig. 175. Fig. 176. Fig. 177. Fig. 178. Fig. 179. Fig. 180. Fig. 181. Fig. 182. Fig. 183. Fig. 184. Fig. 185. Fig. 186. Fig. 187. Fig. 188. Fig. 189. Fig. 190. Fig. 191. Fig. 192. Fig. 193. Fig. 194. Fig. 195. Fig. 196. Fig. 197. Fig. 198. Fig. 199. Fig. 200. Fig. 201. Fig. 202. Fig. 203. Fig. 204. Fig. 205. Fig. 206. Fig. 207. Fig. 208. Fig. 209. Fig. 210. Fig. 211. Fig. 212. Fig. 213. Fig. 214. Fig. 215. Fig. 216. Fig. 217. Fig. 218. Fig. 219. Fig. 220. Fig. 221. Fig. 222. Fig. 223. Fig. 224. Fig. 225. Fig. 226. Fig. 227. Fig. 228. Fig. 229. Fig. 230. Fig. 231. Fig. 232. Fig. 233. Fig. 234. Fig. 235. Fig. 236. Fig. 237. Fig. 238. Fig. 239. Fig. 240. Fig. 241. Fig. 242. Fig. 243. Fig. 244. Fig. 245. Fig. 246. Fig. 247. Fig. 248. Fig. 249. Fig. 250. Fig. 251. Fig. 252. Fig. 253. Fig. 254. Fig. 255. Fig. 256. Fig. 257. Fig. 258. Fig. 259. Fig. 260. Fig. 261. Fig. 262. Fig. 263. Fig. 264. Fig. 265. Fig. 266. Fig. 267. Fig. 268. Fig. 269. Fig. 270. Fig. 271. Fig. 272. Fig. 273. Fig. 274. Fig. 275. Fig. 276. Fig. 277. Fig. 278. Fig. 279. Fig. 280. Fig. 281. Fig. 282. Fig. 283. Fig. 284. Fig. 285. Fig. 286. Fig. 287. Fig. 288. Fig. 289. Fig. 290. Fig. 291. Fig. 292. Fig. 293. Fig. 294. Fig. 295. Fig. 296. Fig. 297. Fig. 298. Fig. 299. Fig. 300. Fig. 301. Fig. 302. Fig. 303. Fig. 304. Fig. 305. Fig. 306. Fig. 307. Fig. 308. Fig. 309. Fig. 310. Fig. 311. Fig. 312. Fig. 313. Fig. 314. Fig. 315. Fig. 316. Fig. 317. Fig. 318. Fig. 319. Fig. 320. Fig. 321. Fig. 322. Fig. 323. Fig. 324. Fig. 325. Fig. 326. Fig. 327. Fig. 328. Fig. 329. Fig. 330. Fig. 331. Fig. 332. Fig. 333. Fig. 334. Fig. 335. Fig. 336. Fig. 337. Fig. 338. Fig. 339. Fig. 340. Fig. 341. Fig. 342. Fig. 343. Fig. 344. Fig. 345. Fig. 346. Fig. 347. Fig. 348. Fig. 349. Fig. 350. Fig. 351. Fig. 352. Fig. 353. Fig. 354. Fig. 355. Fig. 356. Fig. 357. Fig. 358. Fig. 359. Fig. 360. Fig. 361. Fig. 362. Fig. 363. Fig. 364. Fig. 365. Fig. 366. Fig. 367. Fig. 368. Fig. 369. Fig. 370. Fig. 371. Fig. 372. Fig. 373. Fig. 374. Fig. 375. Fig. 376. Fig. 377. Fig. 378. Fig. 379. Fig. 380. Fig. 381. Fig. 382. Fig. 383. Fig. 384. Fig. 385. Fig. 386. Fig. 387. Fig. 388. Fig. 389. Fig. 390. Fig. 391. Fig. 392. Fig. 393. Fig. 394. Fig. 395. Fig. 396. Fig. 397. Fig. 398. Fig. 399. Fig. 400. Fig. 401. Fig. 402. Fig. 403. Fig. 404. Fig. 405. Fig. 406. Fig. 407. Fig. 408. Fig. 409. Fig. 410. Fig. 411. Fig. 412. Fig. 413. Fig. 414. Fig. 415. Fig. 416. Fig. 417. Fig. 418. Fig. 419. Fig. 420. Fig. 421. Fig. 422. Fig. 423. Fig. 424. Fig. 425. Fig. 426. Fig. 427. Fig. 428. Fig. 429. Fig. 430. Fig. 431. Fig. 432. Fig. 433. Fig. 434. Fig. 435. Fig. 436. Fig. 437. Fig. 438. Fig. 439. Fig. 440. Fig. 441. Fig. 442. Fig. 443. Fig. 444. Fig. 445. Fig. 446. Fig. 447. Fig. 448. Fig. 449. Fig. 450. Fig. 451. Fig. 452. Fig. 453. Fig. 454. Fig. 455. Fig. 456. Fig. 457. Fig. 458. Fig. 459. Fig. 460. Fig. 461. Fig. 462. Fig. 463. Fig. 464. Fig. 465. Fig. 466. Fig. 467. Fig. 468. Fig. 469. Fig. 470. Fig. 471. Fig. 472. Fig. 473. Fig. 474. Fig. 475. Fig. 476. Fig. 477. Fig. 478. Fig. 479. Fig. 480. Fig. 481. Fig. 482. Fig. 483. Fig. 484. Fig. 485. Fig. 486. Fig. 487. Fig. 488. Fig. 489. Fig. 490. Fig. 491. Fig. 492. Fig. 493. Fig. 494. Fig. 495. Fig. 496. Fig. 497. Fig. 498. Fig. 499. Fig. 500. Fig. 501. Fig. 502. Fig. 503. Fig. 504. Fig. 505. Fig. 506. Fig. 507. Fig. 508. Fig. 509. Fig. 510. Fig. 511. Fig. 512. Fig. 513. Fig. 514. Fig. 515. Fig. 516. Fig. 517. Fig. 518. Fig. 519. Fig. 520. Fig. 521. Fig. 522. Fig. 523. Fig. 524. Fig. 525. Fig. 526. Fig. 527. Fig. 528. Fig. 529. Fig. 530. Fig. 531. Fig. 532. Fig. 533. Fig. 534. Fig. 535. Fig. 536. Fig. 537. Fig. 538. Fig. 539. Fig. 540. Fig. 541. Fig. 542. Fig. 543. Fig. 544. Fig. 545. Fig. 546. Fig. 547. Fig. 548. Fig. 549. Fig. 550. Fig. 551. Fig. 552. Fig. 553. Fig. 554. Fig. 555. Fig. 556. Fig. 557. Fig. 558. Fig. 559. Fig. 560. Fig. 561. Fig. 562. Fig. 563. Fig. 564. Fig. 565. Fig. 566. Fig. 567. Fig. 568. Fig. 569. Fig. 570. Fig. 571. Fig. 572. Fig. 573. Fig. 574. Fig. 575. Fig. 576. Fig. 577. Fig. 578. Fig. 579. Fig. 580. Fig. 581. Fig. 582. Fig. 583. Fig. 584. Fig. 585. Fig. 586. Fig. 587. Fig. 588. Fig. 589. Fig. 590. Fig. 591. Fig. 592. Fig. 593. Fig. 594. Fig. 595. Fig. 596. Fig. 597. Fig. 598. Fig. 599. Fig. 600. Fig. 601. Fig. 602. Fig. 603. Fig. 604. Fig. 605. Fig. 606. Fig. 607. Fig. 608. Fig. 609. Fig. 610. Fig. 611. Fig. 612. Fig. 613. Fig. 614. Fig. 615. Fig. 616. Fig. 617. Fig. 618. Fig. 619. Fig. 620. Fig. 621. Fig. 622. Fig. 623. Fig. 624. Fig. 625. Fig. 626. Fig. 627. Fig. 628. Fig. 629. Fig. 630. Fig. 631. Fig. 632. Fig. 633. Fig. 634. Fig. 635. Fig. 636. Fig. 637. Fig. 638. Fig. 639. Fig. 640. Fig. 641. Fig. 642. Fig. 643. Fig. 644. Fig. 645. Fig. 646. Fig. 647. Fig. 648. Fig. 649. Fig. 650. Fig. 651. Fig. 652. Fig. 653. Fig. 654. Fig. 655. Fig. 656. Fig. 657. Fig. 658. Fig. 659. Fig. 660. Fig. 661. Fig. 662. Fig. 663. Fig. 664. Fig. 665. Fig. 666. Fig. 667. Fig. 668. Fig. 669. Fig. 670. Fig. 671. Fig. 672. Fig. 673. Fig. 674. Fig. 675. Fig. 676. Fig. 677. Fig. 678. Fig. 679. Fig. 680. Fig. 681. Fig. 682. Fig. 683. Fig. 684. Fig. 685. Fig. 686. Fig. 687. Fig. 688. Fig. 689. Fig. 690. Fig. 691. Fig. 692. Fig. 693. Fig. 694. Fig. 695. Fig. 696. Fig. 697. Fig. 698. Fig. 699. Fig. 700. Fig. 701. Fig. 702. Fig. 703. Fig. 704. Fig. 705. Fig. 706. Fig. 707. Fig. 708. Fig. 709. Fig. 710. Fig. 711. Fig. 712. Fig. 713. Fig. 714. Fig. 715. Fig. 716. Fig. 717. Fig. 718. Fig. 719. Fig. 720. Fig. 721. Fig. 722. Fig. 723. Fig. 724. Fig. 725. Fig. 726. Fig. 727. Fig. 728. Fig. 729. Fig. 730. Fig. 731. Fig. 732. Fig. 733. Fig. 734. Fig. 735. Fig. 736. Fig. 737. Fig. 738. Fig. 739. Fig. 740. Fig. 741. Fig. 742. Fig. 743. Fig. 744. Fig. 745. Fig. 746. Fig. 747. Fig. 748. Fig. 749. Fig. 750. Fig. 751. Fig. 752. Fig. 753. Fig. 754. Fig. 755. Fig. 756. Fig. 757. Fig. 758. Fig. 759. Fig. 760. Fig. 761. Fig. 762. Fig. 763. Fig. 764. Fig. 765. Fig. 766. Fig. 767. Fig. 768. Fig. 769. Fig. 770. Fig. 771. Fig. 772. Fig. 773. Fig. 774. Fig. 775. Fig. 776. Fig. 777. Fig. 778. Fig. 779. Fig. 780. Fig. 781. Fig. 782. Fig. 783. Fig. 784. Fig. 785. Fig. 786. Fig. 787. Fig. 788. Fig. 789. Fig. 790. Fig. 791. Fig. 792. Fig. 793. Fig. 794. Fig. 795. Fig. 796. Fig. 797. Fig. 798. Fig. 799. Fig. 800. Fig. 801. Fig. 802. Fig. 803. Fig. 804. Fig. 805. Fig. 806. Fig. 807. Fig. 808. Fig. 809. Fig. 810. Fig. 811. Fig. 812. Fig. 813. Fig. 814. Fig. 815. Fig. 816. Fig. 817. Fig. 818. Fig. 819. Fig. 820. Fig. 821. Fig. 822. Fig. 823. Fig. 824. Fig. 825. Fig. 826. Fig. 827. Fig. 828. Fig. 829. Fig. 830. Fig. 831. Fig. 832. Fig. 833. Fig. 834. Fig. 835. Fig. 836. Fig. 837. Fig. 838. Fig. 839. Fig. 840. Fig. 841. Fig. 842. Fig. 843. Fig. 844. Fig. 845. Fig. 846. Fig. 847. Fig. 848. Fig. 849. Fig. 850. Fig. 851. Fig. 852. Fig. 853. Fig. 854. Fig. 855. Fig. 856. Fig. 857. Fig. 858. Fig. 859. Fig. 860. Fig. 861. Fig. 862. Fig. 863. Fig. 864. Fig. 865. Fig. 866. Fig. 867. Fig. 868. Fig. 869. Fig. 870. Fig. 871. Fig. 872. Fig. 873. Fig. 874. Fig. 875. Fig. 876. Fig. 877. Fig. 878. Fig. 879. Fig. 880. Fig. 881. Fig. 882. Fig. 883. Fig. 884. Fig. 885. Fig. 886. Fig. 887. Fig. 888. Fig. 889. Fig. 890. Fig. 891. Fig. 892. Fig. 893. Fig. 894. Fig. 895. Fig. 896. Fig. 897. Fig. 898. Fig. 899. Fig. 900. Fig. 901. Fig. 902. Fig. 903. Fig. 904. Fig. 905. Fig. 906. Fig. 907. Fig. 908. Fig. 909. Fig. 910. Fig. 911. Fig. 912. Fig. 913. Fig. 914. Fig. 915. Fig. 916. Fig. 917. Fig. 918. Fig. 919. Fig. 920. Fig. 921. Fig. 922. Fig. 923. Fig. 924. Fig. 925. Fig. 926. Fig. 927. Fig. 928. Fig. 929. Fig. 930. Fig. 931. Fig. 932. Fig. 933. Fig. 934. Fig. 935. Fig. 936. Fig. 937. Fig. 938. Fig. 939. Fig. 940. Fig. 941. Fig. 942. Fig. 943. Fig. 944. Fig. 945. Fig. 946. Fig. 947. Fig. 948. Fig. 949. Fig. 950. Fig. 951. Fig. 952. Fig. 953. Fig. 954. Fig. 955. Fig. 956. Fig. 957. Fig. 958. Fig. 959. Fig. 960. Fig. 961. Fig. 962. Fig. 963. Fig. 964. Fig. 965. Fig. 966. Fig. 967. Fig. 968. Fig. 969. Fig. 970. Fig. 971. Fig. 972. Fig. 973. Fig. 974. Fig. 975. Fig. 976. Fig. 977. Fig. 978. Fig. 979. Fig. 980. Fig. 981. Fig. 982. Fig. 983. Fig. 984. Fig. 985. Fig. 986. Fig. 987. Fig. 988. Fig. 989. Fig. 990. Fig. 991. Fig. 992. Fig. 993. Fig. 994. Fig. 995. Fig. 996. Fig. 997. Fig. 998. Fig. 999. Fig. 1000.

i) Die Bedeutung der schützenden Ähnlichkeit und Mimikry.

Wir haben in den letzten Abschnitten bei der Darstellung der schützenden Ähnlichkeit und Mimikry keinen Zweifel darüber gelassen, daß wir die dort geschilderten merkwürdigen Erscheinungen den Schutzanpassungen der Tiere zurechnen. Anlaß zu dieser Deutung gab uns schon das Benehmen der betreffenden Tierarten, die sich, auch wenn sie sonst ganz wehrlos sind, unter dem Schutze der Ähnlichkeit mit ihrer Umgebung vollkommen verhielten wie stark gepanzerte oder sonstwie wehrhafte oder wie in einem Versteck befindliche Tiere. Eine Menge von Beobachtungen beweisen uns, daß sie alle zu vielverfolgten Tiergruppen gehören. Ihre Feinde sind alles gewandte Tiere mit guten Sinnesorganen und vor allem mit hochentwickelten Schwerkzeugen. Viele Naturforscher haben, sowohl bei uns zu Lande als auch in exotischen Gegenden festgestellt, daß es hauptsächlich höhere Tiere sind, welche diejenigen Gruppen verfolgen, denen die wichtigsten Beispiele für schützende Ähnlichkeit entnommen werden können. Ein Blick in das frühere Kapitel über die Tierfresser genügt, um diese Tatsache zu bekräftigen. Krabben und Garneelen haben ihre wichtigsten Verfolger in Tintenfischen, Fischen, Vögeln und Säugetieren. Wie sehr die Insekten Verfolgungen ausgesetzt sind, davon haben wir viele Beispiele gegeben. Es genügt vielleicht, hier noch einmal aufmerksam zu machen, in wie hohem Maße die Schmetterlinge von Affen, Vögeln, Eidechsen, ja, selbst von anderen Insekten, wie vor allem Gespensterheuschrecken, großen Libellen und Raubfliegen (Asilidae) verfolgt werden. Alles das sind Tiere, welche mit vorzüglichen Sehwerkzeugen versehen sind, gegen welche also eine schützende Ähnlichkeit wirklich wirksam werden kann. Es gibt nun auch eine ganze Anzahl von Beobachtungen, welche beweisen, daß tatsächlich die schützende Ähnlichkeit einen Wert für die betr. Tierarten hat. So konnte Cesnola nachweisen, daß die Schutzfärbung bei der Gottesanbeterin wirksam ist. Das eigenartige Raubinsekt kommt in zwei Varietäten vor, einer braunen und einer grünen. Die braune wird hauptsächlich zwischen dürren, die grüne zwischen grünen Pflanzenteilen gefunden. In dieser ihrer normalen Umgebung ist sie vor Verfolgern relativ gut geschützt. Cesnola hat nun eine größere Anzahl Gottesanbeterinnen der grünen und braunen Varietät zur Hälfte je auf der ihnen ähnlichen, zur andern Hälfte auf ihnen unähnlicher Unterlage im Freien angebunden. Es stellte sich heraus, daß die insektenfressenden Vögel sehr bald die meisten auf ungeeigneter Unterlage angebundenen Individuen entdeckt und gefressen hatten, während die auf der ihnen ähnlichen Unterlage befindlichen Exemplare infolge der schützenden Ähnlichkeit zum größeren Teil verschont blieben. Ähnliche Versuche hat man mit den Puppen des kleinen Fuchses (Vanessa urticae) gemacht, und zwar mit ganz analogem Resultat. Die Beobachtungen in freier Natur weisen auch immer wieder auf den gleichen Zusammenhang hin.

Ich habe schon früher darauf aufmerksam gemacht, daß auch die durch schützende Ähnlichkeit ausgezeichneten Tiere selbst ausnahmslos den höheren Gruppen des Tierreichs angehören. Es sind vor allem Glieder- und Wirbeltiere. Also jene Formen, welche mit dem Besitz hochentwickelter Sinnesorgane die höchststehenden Instinkte und psychischen Fähigkeiten verbinden. Stets ist also die eine Voraussetzung erfüllt, daß die betreffenden Tiere die Fähigkeit haben, sich in ähnlicher Weise, wie wir das im vorigen Abschnitt für die Garneelen und Krabben kennen lernten, bei dem Wirksamwerden der schützenden Ähnlichkeit durch eigene Handlungen zu beteiligen. Das Benehmen der Tiere muß stets mit den von ihnen nachgeahmten Gegenständen ihrer Umgebung harmonieren. Wir haben immer wieder bei der Besprechung der einzelnen Fälle auf diese Zusammenhänge hingewiesen. Ein Bei-

Digitized by Google

Fig. 1. Ventral view of the head of *Ceratophrys cornuta* (Linnaeus, 1758) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 2. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 3. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 4. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 5. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 6. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 7. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 8. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 9. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 10. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 11. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 12. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 13. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 14. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 15. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 16. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 17. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 18. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 19. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 20. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 21. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 22. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 23. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 24. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 25. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 26. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 27. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 28. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 29. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 30. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 31. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 32. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 33. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 34. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 35. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 36. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 37. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 38. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 39. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 40. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 41. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 42. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 43. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 44. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 45. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 46. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 47. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 48. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 49. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 50. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 51. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 52. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 53. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 54. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 55. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 56. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 57. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 58. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 59. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 60. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 61. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 62. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 63. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 64. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 65. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 66. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 67. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 68. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 69. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 70. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 71. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 72. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 73. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 74. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 75. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 76. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 77. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 78. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 79. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 80. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 81. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 82. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 83. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 84. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 85. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 86. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 87. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 88. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 89. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 90. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 91. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 92. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 93. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 94. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 95. Ventral view of the head of *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal de Barrio & Barrio, 1994 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 96. Ventral view of the head of *Ceratophrys aurita* (Raddi, 1823) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 97. Ventral view of the head of *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, 1882 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 98. Ventral view of the head of *Ceratophrys ornata* (Bell, 1843) showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 99. Ventral view of the head of *Ceratophrys cranwelli* Barrio, 1965 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA). Fig. 100. Ventral view of the head of *Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890 showing the position of the tympanic membrane (TM) and the tympanic annulus (TA).

spiel, welches wir jetzt noch anführen wollen, wird besonders geeignet sein, um sie zu illustrieren:

Vosseler hat bei Amani in Deutsch-Ostafrika eine Heuschreckenart beobachtet, deren Larve man schon längst kannte, und der man in der Annahme, sie sei eine erwachsene ungeflügelte Heuschreckenart, den Gattungsnamen Myrmecophana gegeben hatte. Sie sieht nämlich einer schwarzen Ameise ganz außerordentlich ähnlich, gehört also in jene Gruppe der Mimikryformen, die wir Seite 399 behandelt haben. Merkwürdige dreieckige helle Flecken an ihren Seiten täuschen sogar die eingeschnürte Ameisentaille vor (Abb. 360 E). Wie die dort erörterten Spinnen und anderen Tiere zeigt nun jene Heuschreckenlarve in ihrem Benehmen die auffallendste Übereinstimmung mit den von ihr nachgeahmten Ameisenarbeitern. Sie läuft zwischen ihnen im grellen Sonnenschein auf der Oberfläche der Blätter herum, ist ein unruhiges, bewegliches Wesen und weicht durch ihr ganzes Benehmen von den übrigen Heuschrecken sehr stark ab (Abb 360 B u. D). Die erwachsene Heuschrecke, deren richtiger wissenschaftlicher Name Eurycorypha varia Br ist, ist nun durch eine ganz andere Form der schützenden Ähnlichkeit ausgezeichnet. Hat sie während ihrer Metamorphose ihre Flügel bekommen, so stellt sich heraus, daß dieselben in Farbe, Aderung und Umriß einem grünen Blatte sehr ähnlich sind. Sie ist also eine Blattheuschrecke (vgl. Abb. 345—347 u. 360 A), und wie jene, so wird auch sie den Schutz durch ihre Ähnlichkeit nur dann erfahren, wenn sie regungslos wie ein Pflanzenteil an dem Gewächs, auf welchem sie lebt, angeklammert sitzt. Tatsächlich gibt das Tier, während die Flügel heranwachsen (Abb. 360 C), immer mehr jene unruhigen, ameisenähnlichen Bewegungen auf, es sitzt am geeigneten Orte regungslos zwischen den Blättern der Pflanze und stellt sich bei Gefahr tot. Dieser genau beobachtete Fall ist ein außerordentlich klares Beispiel für den engen Zusammenhang, den die instinktiven Gewohnheiten des geschützten Tieres mit seinem äußeren Aussehen haben müssen, wenn aus jener Ähnlichkeit überhaupt ein Nutzen erwachsen soll.

Die festgestellten Tatsachen des Schutzbedürfnisses der durch Ähnlichkeit geschützten Tiere, ihre Dezimierung durch gutsehende Verfolger und ihre oft auffallende Verschiedenheit in Farbe und Form von ihren nächsten Verwandten haben es natürlich nahegelegt, sie als wichtige Beweismittel für die Deszendenztheorie und speziell für die Auslesetheorie zu verwenden. Wir werden erst am Schlusse dieses Bandes auf diese Auslegungen zurückzukommen haben. Hier an dieser Stelle sei nur darauf verwiesen, daß sie tatsächlich zu den wichtigsten Belegen der Darwinschen Auslesetheorie gerechnet werden müssen.

3. Die Autotomie oder Selbstverstümmelung der Tiere.

Bei vielen Tieren können wir einen eigentümlichen Vorgang beobachten, welcher in der freiwilligen Ablösung eines Körperteils besteht. Es sind verschiedene Ursachen für diesen Autotomie genannten Vorgang verantwortlich gemacht worden, und wir können tatsächlich feststellen, daß ganz verschiedenartige biologische Vorgänge ihm vorausgehen und ihn auch wohl verursachen mögen. Bei einer Reihe von Tieren werden Teile des Körpers abgestoßen, wenn ihr Träger sich in ungünstigen Lebensverhältnissen befindet. So sieht man die Köpfchen von Polypen abfallen, die Körper von Holothurien und Nemertinen in Stücke zerfallen, die Tentakelkränze von Röhrenwürmern sich loslösen, wenn Nahrungsmangel, ungünstige Respirationsverhältnisse oder sonst eine Notlage physiologischer Art das Tier bedrängt. Viele Tiere stoßen Gewebepartien in der Nähe mechanischer Verletzungen ab, wodurch die Heilung entstandener Wunden begünstigt und beschleunigt wird. So können schon Protozoen Teile ihres Protoplasmaleibes ohne Schaden abreißen, wenn sie zwischen

Digitized by Google

irgendwelchen Gegenständen sich verfangen oder verklemmt haben oder an ihnen kleben geblieben sind. In den Kapiteln über Fortpflanzungserscheinungen im ersten Bande dieses Werkes werden zahlreiche Fälle erörtert, in denen Teile von Tierkörpern zur Vermittlung von Befruchtungs- oder Vermehrungsvorgängen abgelöst werden. Ich erinnere nur an die mit der Knospung in Zusammenhang stehenden Erscheinungen, an die Ablösung Geschlechtsorgane tragender Teile bei den Anneliden und an die Abtrennung des die Spermatophoren übertragenden Hectocotylus bei den Tintenfischen. Auch sind Fälle beschrieben worden, in welchen Tiere von Parasiten befallene Teile ihres Körpers abschnürten, um so der Infektion Herr zu werden. Das ist z. B. von Seesternen angegeben worden.

Von besonderer biologischer Wichtigkeit sind nun diejenigen Beispiele von Selbstverstümmelung, welche uns veranlassen, die Erscheinungen in diesem Kapitel zu besprechen, und welche als Schutzanpassung gedeutet werden müssen. Auch die vorhin erwähnten Fälle sind wohl zum Teil im Zusammenhang mit ursprünglich zum Zwecke des Schutzes ausgebildeter Autotomie entstanden oder doch in einem engen Zusammenhang mit solcher zu verstehen. Autotomie finden wir in den meisten Gruppen des Tierreichs. Sie scheint allerdings in ihrer typischen Form von dem Vorhandensein eines Nervensystems abhängig zu sein; auch setzt sie eine bedeutende Regenerationsfähigkeit voraus, denn die abgestoßenen Teile wachsen in der Regel vollkommen wieder nach.

Unter den Nesseltieren finden wir sie bei einer Reihe von Aktinien. So sind in der Familie der Boloceroiden nach Carlgren die Tentakel an der Basis mit einem besonderen Ringmuskel versehen, dessen energische Kontraktion die ganzen Tentakel abtrennt. Sehr verbreitet ist Autotomie bei den Würmern. Strudelwürmer, Nemertinen und Anneliden vermögen ihren Körper bei unsanfter Berührung oder sonstiger heftiger Reizung in Stücke zu zerschnüren. Die ersteren stoßen leicht ihren Schlundkopf ab, der dann wie ein selbständiges Tier herumkriecht. Jeder Zoologe, der am Meer gearbeitet hat, weiß, wie schwer es ist, eine Nemertine gut zu konservieren. Vor allen Dingen werfen sie schon bei geringer Reizung sehr leicht ihren Rüssel ab, und die verschiedenen Arten von Lineus und Cerebratulus zerfallen im Aquarium schon bei geringer Verschlechterung des Wassers in lauter kleine Fragmente, nachdem vorher an den Durchbrechungsstellen ringförmige Einschnürungen sich gezeigt hatten. Während unter den Anneliden die Röhrenwürmer besonders leicht ihr Vorderende verlieren, sehen wir, daß die freilebenden Formen ähnlich wie die Regenwürmer leicht und häufig die hinteren Regionen des Körpers abschnüren. Bei den freilebenden Anneliden haben wir ja auch Abtrennung des hinteren Körperteils bei vielen Formen als eine normale, regelmäßige Erscheinung zur Verbreitung der Geschlechtsprodukte kennen gelernt. Bei Regenwürmern tritt sie bei allen möglichen Reizen mechanischer und chemischer Art auf. Hescheler hat experimentell bei verschiedenen Arten von Regenwürmern durch Reizung mit Chloroform, Chloralhydrat, elektrische Ströme, Druck und Verwundungen die Abschnürung von Teilen des Wurmleibes herbeigeführt. Stets ist es Kontraktion der Ringmuskulatur des Körpers, welche eine tiefe Einschnürung und ein Durchreißen bis auf den Darm zur Folge hat. Dieser verbindet die Teilstücke, bis er durch den Zug derselben oder durch Anstreifen an irgendeinen Gegenstand durchbricht. Die Wunde schließt sich sehr schnell unter geringem Blutverlust, und unter günstigen Umständen beginnen die Teilstücke sehr bald die fehlenden Organe und Körperteile zu ergänzen. Bei den Versuchen gehen sie allerdings meist bald wieder zugrunde. Auch die süßwasserbewohnenden, kleinen Oligochaeten aus der Gruppe der Limikolen neigen sehr zur Selbstamputation. Wir können das leicht an dem Schlammwurm Lumbriculus, vgl. S. 239, feststellen.

Digitized by Google

Ganz besonders bemerkenswert sind die Selbstverstümmelungsvorgänge bei den Stachelhäutern. Es ist ganz erstaunlich, welche großen und wichtigen Teile und Organe des Körpers diese Tiere abwerfen können, ohne dauernden Schaden und ohne Verlust der Fähigkeit, sie wieder nachwachsen zu lassen. Während bei den Seeigeln, wie wir oben S. 361 gesehen haben, nur die Pedicellarien an einer für diesen Zweck vorgebildeten Stelle, meist des Stiels, abgeschnürt werden, sehen wir Seesterne und auch Schlangensterne zu sehr merkwürdigen Autotomieerscheinungen befähigt. Die Seesterne, deren Arme alle wichtigen Organe des Körpers in radialen Teilen enthalten, vermögen aus einem Arm wieder ein ganzes Tier hervorgehen zu lassen. Manche Arten brechen sehr leicht auseinander, wenn man sie an einem Arm in die Höhe hebt. Auch die Brandung reißt nicht selten Seesterne in Stücke, welche einen oder mehrere Arme und einen Teil der Mundscheibe umfassen. Besondere Muskelkontraktionen befördern bei solchen Arten die Durchtrennung, ja, es hat sich gezeigt, daß es bei Asterias-Arten und vor allem bei Luidia oft genügt, daß die Brandung sie an das Ufer wirft und damit der Luft aussetzt, um das Durchbrechen herbeizuführen. Experimentell kann man nach Preyer durch elektrische, mechanische und chemische Reize den gleichen Vorgang auslösen. Indem an dem losgetrennten Arm die übrigen Arme sich neu zu bilden beginnen, nimmt der regenerierende Seestern die eigentümliche Gestalt an, welche man als Kometenform bezeichnet. Bei manchen Seesternen, z B. den Luidia-Arten des Roten Meeres, welche offenbar oft durch die Brandung ans Ufer geworfen oder von Feinden angepackt werden, findet man in der freien Natur alle Zwischenstadien von der Kometenform bis zum fertig regenerierten Seestern mit fünf gleichlangen Armen. Die Schlangensterne können nicht nur einzelne Stücke der Arme, sondern auch ganze Stücke der Dorsaldecke des Körpers abstoßen und wiederersetzen. In dieser Beziehung werden die genannten Echinodermen noch ganz bedeutend von den Krinoideen übertroffen. Alle Hartteile des Körpers, die Radien, der Panzer des Kelches, können autotomiert werden.

Ganz seltsam sind die Vorgänge, unter denen die Autotomie bei den Seewalzen, den Holothurien, vor sich geht. Einige Formen aus der Familie der Synaptiden können ihren schlauchförmigen Körper durch Einschnürung der Ringmuskulatur in eine Anzahl von Stücken zerschnüren. Sie sind eben die einzigen Seewalzen, bei denen die Ringmuskulatur ohne Unterbrechung um den ganzen Körper verläuft. Die übrigen Holothurien zeigen vielfach eine höchst merkwürdige Form der Selbstverstümmelung. Sehr viele von ihnen besitzen ein als Verteidigungsmittel gedeutetes Organ in den sogenannten Cuvierschen Schläuchen. Es sind dies Ausstülpungen der Kloakenwand, welche sehr klebrig sind und, wenn sie ausgeschleudert werden, an allen möglichen Gegenständen haften bleiben können. Dabei reißen sie oft an ihrer Basis ab. Noch viel seltsamer aber ist die Fähigkeit dieser Tiere bei Reizung unter kräftiger Kontraktion der ganzen Körpermuskulatur einen großen Teil der Eingeweide auszustoßen. Der Darm reißt an der Kloakenwand ab und ebenso kurz hinter dem Schlunde. Sodann schlüpft er mit dem rechten Kiemenbaum durch die Kloakenöffnung hinaus. Gewöhnlich wird der linke Kiemenbaum, der vordere Teil des Darmes mit dem Schlund, dem Kalk- und Wassergefäßring sowie das Geschlechtsorgan nicht mit herausgestoßen. Vielfach sieht man am intakten Darm die Stelle, an der die Abschnürung erfolgt, durch einen besonderen Gewebebau ausgezeichnet. Die herausgestoßenen Organe führen noch längere Zeit eigenartige Bewegungen aus, ehe sie absterben. Der Körper vermag die fehlenden Organe wieder zu regenerieren, und zwar geht das vielfach in ziemlich kurzer Zeit vor sich; nach Semper wird bei Holothuria scabra der Darm in neun Tagen wieder erzeugt, nach Roll braucht die Wiederherstellung eines Tieres, das die Eingeweide ziemlich voll-

Digitized by Google

kommen entleert hatte, bis zu 70 Tagen.

Unter den Weichtieren sind es hauptsächlich jene Schnecken mit Rückenpapillen, welche die Fähigkeit besitzen, dieselben bei Reizung abzuwerfen: die Äolidier, von denen wir schon früher erörtert haben, daß Leberblindsäcke in diese Papillen hineinreichen (Seite 126), ferner die eigentümliche Schnecke Tethys sind am Meer, besonders am Mittelmeer, leicht zu beobachtende Beispiele dieser Eigentümlichkeit. Es ist sehr schwer, eine Tethys zu fangen und zu konservieren, ohne daß sie ihre Anhänge abwirft, wobei man kaum eine Wunde wahrnehmen kann. Da die Anhänge sich nach der Loslösung oft noch ziemlich lange selbständig zu bewegen vermögen, so hat man sie vielfach für besondere Tiere erklärt und als solche beschrieben. Eine Anzahl von Muscheln und Schnecken werfen bei Reizung einen Teil ihres Fußes ab.

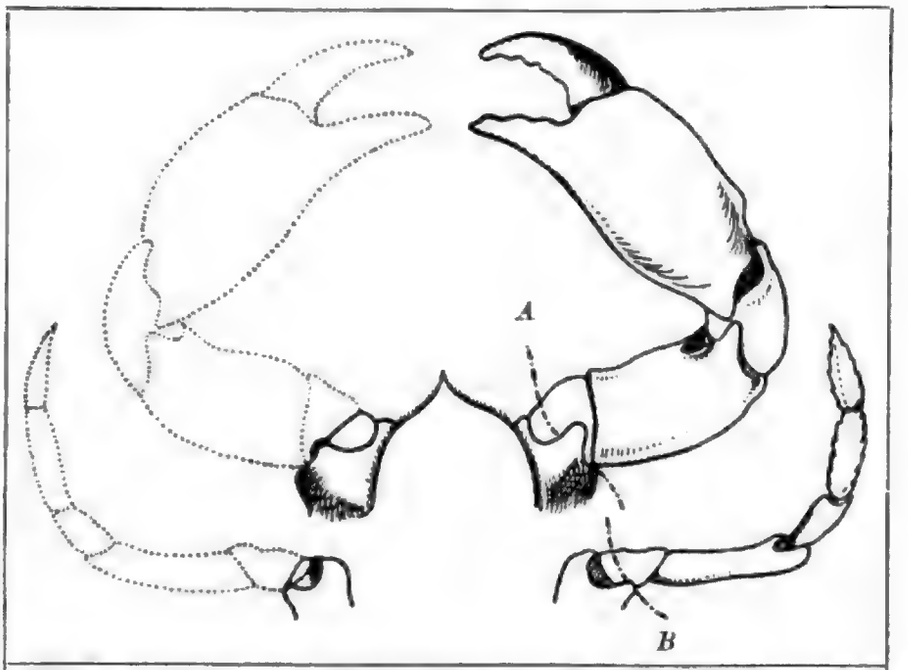


Abb. 361. Die beiden vordersten Brustbeine der Krabbe Carcinus maenas. Rechts die ganzen Beine, bei *A* und *B* punktiert die Bruchnaht angedeutet. Links punktiert der Teil der Beine, der abgeworfen wird, ausgezogen der Teil, der am Körper der Krabbe bleibt. Vergl. ½. Nach Frédéric.

Ganz besonders merkwürdig sind die Selbstverstümmelungsvorgänge bei den Gliederfüßlern. Unter den Krebsen besitzen vor allen Dingen die Dekapoden die Fähigkeit zur Selbstamputation der Beine. Wird ein Flußkrebs oder ein Hummer an einem Bein festgehalten, so führt er mit demselben heftige Bewegungen aus. Werden dieselben behindert, so bricht das Bein an einer ganz bestimmten Stelle durch. Diese präformierte Stelle befindet sich am Ischiopodit kurz vor dessen Gelenkverbindung mit dem Basopodit. An den dem Bruch vorausgehenden Bewegungen sind hauptsächlich der Streckmuskel des Ischiopodits und der Beugemuskel des Basopodits beteiligt. Die Blutung ist meistens keine sehr intensive. An dem Scherenfuß ist der Durchbruch noch weiter dadurch erleichtert, daß die Muskeln in jenem Teil des Beines nicht zur Fortbewegung dienen, da Baso- und Ischiopodit fest miteinander verbunden sind. Hier ist die Blutung noch weiterhin dadurch verhindert, daß eine Membran die Wunde abschließt

Noch vollkommener sind die vorgebildeten Bedingungen für die Selbstamputation bei den Krabben (Abb. 361). Bei ihnen ist Baso- und Ischiopodit des Thorakalfußes dauernd verschmolzen. An einer feinen Rille auf der Oberfläche dieses einheitlichen Gliedes erkennt man aber die Stelle, an welcher das Bein abgebrochen wird. Die Rille ist dadurch hervorgerufen, daß an jener Stelle der Chitinpanzer nicht verkalkt ist. Zwei Membranen durchsetzen ihr entsprechend das Innere des Beines: eine festere in dem am Körper bleibenden Stummel, eine zartere in dem abgeworfenen Teil. Nur für Nerven, Arterie und Venen sind in den Membranen Durchbohrungen vorhanden. Beiderseits um die Trennungsnaht verläuft je eine leistenartige Verdickung des Panzers. Dazu kommt noch ein besonderer Muskel,

Digitized by Google

der zwischen dem Streckmuskel des nächsten Gliedes und der durch die Naht laufenden Trennungsebene verläuft. Dieser Muskel kontrahiert sich auf Reiz, und indem er den distal gelegenen Teil des Beinskeletts zusammenzieht, verursacht er das Durchbrechen in der unverkalkten Naht. Er ist also ein regelrechter Brechmuskel. Es ist bekannt, daß die Krebse sehr schnell im Verlauf einiger Häutungen die Beine zu regenerieren vermögen, und man sieht sehr häufig Exemplare, bei denen Extremitäten in der Regeneration begriffen oder z. B. die Scheren in ungewohnter Weise ungleich groß sind.

Auch unter den Spinnentieren und Insekten ist Autotomie weit verbreitet. Jeder von uns hat sie sicher schon bei Spinnen und besonders bei den langbeinigen Weberknechten beobachtet. Unter den Insekten kommt sie bei Schmetterlingen, Fliegen und Bienen relativ selten vor. Bei den Gradflüglern ist sie jedoch in einer ähnlichen Vollkommenheit wie bei den Krabben ausgebildet. Allerdings die vorgebildeten Einrichtungen sind bei den Gradflüglern etwas unvollkommener. Es fehlen der Brechmuskel und die distale Verschlußmembran. Vielfach bedarf das Tier zum Vollzug der Selbstamputation eines Fixationspunktes und besonderer Zerrbewegungen des Beines. Es ist sehr merkwürdig, daß gewaltsames Abbrechen bei Krebsen und Insekten viel schwerer herbeizuführen ist als Autotomie. Belastet man das Bein einer toten Gespensterheuschrecke (Phasmide), deren ganzer Körper 3 g wiegt, so reißt es erst, wenn 187 g an ihm ziehen, und zwar nicht in der Bruchnaht, sondern zwischen Hüfte und Thorax.

Am bekanntesten sind die Fähigkeiten zur Selbstamputation bei einigen Wirbeltieren, und zwar sind es unter ihnen nur Eidechsen, welche über sie verfügen. Bekanntlich bricht bei den verschiedensten Eidechsenarten und bei den Blindschleichen der Schwanz sehr leicht ab, und zwar in einer ganz bestimmten Region. Stets liegt die Bruchstelle in der Ebene, welche durch die Mitte eines Schwanzwirbels gekennzeichnet wird. In Skelett, Bindegewebe, Muskulatur und Haut ist jeweils hier eine Durchbruchstelle präformiert. Es ist bekannt, daß die Regeneration des Schwanzes bei den Reptilien in unvollkommener Form erfolgt, indem statt der Wirbelsäule nur ein Knorpelstrang das Innere des Regenerats durchzieht.

Die Selbstverstümmelung ist in vielen Fällen als ein Reflex nachgewiesen worden. Krabben und Heuschrecken werfen ihre Extremitäten auch dann noch auf den entsprechenden Reiz hin ab, wenn ihnen vorher der Kopf abgeschnitten worden ist. Meist geht die Abtrennung sehr plötzlich vor sich, und nur in solchen Fällen können wir die Autotomie als Schutzanpassung gegen Angreifer betrachten. Faßt z. B. ein Tintenfisch eine Krabbe an einem Fuß an, so wirft dieselbe den Fuß ab und entflieht, nachdem sie einen Teil ihres Körpers sozusagen als Opfer dargebracht hat. Daß das Abwerfen des Schwanzes den Eidechsen die Flucht ermöglicht, hat wohl jeder von uns schon beobachtet. Die weite Verbreitung der Autotomie und die verschiedene Vollkommenheit, mit der sie erfolgt, läßt darauf schließen, daß ihre Ausnützung als Schutzanpassung sekundär ist. Bei der Ausbildung der Selbstverstümmelung als Schutzanpassung gegen Feinde ist offenbar eine Eigenschaft der lebenden Organismen ausgenützt worden, welche es ihnen möglich macht, den Körperteil oder das Glied, das sie ärgert, oder mit anderen Worten, welches die Existenz des ganzen Organismus gefährden könnte, wegzuwerfen.

4. Die Reinlichkeit der Tiere.

Wir haben in früheren Kapiteln geschildert, wie manche Tiere in einer von Schmutzpartikeln, Schlamm, Sandkörnern, Mikroben und schädlichen Zersetzungsprodukten erfüllten Umgebung zu leben vermögen. Untersuchen wir solche Tiere an ihrem natürlichen Standort,

Digitized by Google

so finden wir sie oft vollkommen rein und sauber. Ihre Körper sind die einzigen unbefleckten Stellen in einer stark verschmutzten Umgebung. Diese Tatsache weist auf Zusammenhänge hin, die für das Leben der Tiere von großer Wichtigkeit sind, und welche in der Regel nicht genügend beachtet werden. Die Reinlichkeit ist bei den Tieren eine der wichtigsten Schutzanpassungen, welche sie vor Schädlichkeiten bewahrt, welche mindestens so gefährlich sind wie die grimmigsten tierischen Feinde. So kann es uns denn nicht verwundern, wenn wir in der Tierreihe eine steigende Vervollkommnung der zur Reinigung des Körpers dienenden Anpassungen vorfinden: während wir bei den niederen Formen allgemeine Eigenschaften der Gewebe die für die Reinigung der Körperoberfläche notwendigen Funktionen erfüllen sehen, ist bei den höheren Tieren eine große Mannigfaltigkeit von speziell für die Reinigung, für das Putzen der Körperoberfläche dienenden Organen bzw. Apparaten zu finden.

Bei den niederen Tieren ist es die Tätigkeit des Protoplasmas selbst, welche die Reinigung der Zelloberflächen besorgt. Sezernierter Schleim ballt sich mit den Fremdkörpern zu Klumpen zusammen, welche mit denselben bei den Bewegungen des Tieres zurückgelassen werden. Vor allem aber ist es die Tätigkeit der Cilien an flimmernden Oberflächen, welche Fremdkörper beständig durch die Strudeltätigkeit beseitigt. Wir können dies bei Infusorien, bei Coelenteraten, bei den Strudelwürmern und vielen anderen Würmern, besonders den sessilen Formen derselben konstatieren. Auch bei den Stachelhäutern spielt Flimmerepithel bei der Beseitigung von Verunreinigungen der Körperoberfläche eine gewisse Rolle. Bei Seeigeln und Seesternen treten aber besondere Organe in den Dienst der Reinlichkeit, Organe, die wir schon wiederholt erwähnt haben und deren vielfältige Funktion auch die Putz- oder Reinigungstätigkeit umfaßt. Es sind dies die sogenannten Pedicellarien, jene kleinen, dreiarmigen Zangen, welche auf kleinen Stielchen oder auch direkt an der Körperoberfläche sitzen, zwischen den Stacheln die ganzen Körper vieler Echinodermen bedeckend. Wir haben sie in ihrer Tätigkeit als Gift- und Fangzangen bereits kennen gelernt; es gibt nun bei manchen Formen einen besonderen Typus der Pedicellarien, welcher als der der Putzzangen bezeichnet wird, da er ausschließlich im Dienst der Reinlichkeit steht. Alle Fremdkörper, also z. B. auch die Reste eines getöteten Tieres, werden mit diesen kleinen Zangen erfaßt und von einer an die andere weitergegeben, bis sie über dem Boden losgelassen werden und herabfallen. Bei den kugelförmigen Seeigeln, bei denen am oberen Pole des Körpers der After mündet, werden z. B. auch die dort hervortretenden Kotballen von den Pedicellarien erfaßt und den Meridianen des Körpers entlang, wie die Eimer bei einer Feuersbrunst, von Zange zu Zange weitergegeben, um schließlich am Boden abgelagert zu werden. So kommt es, daß die stachelbedeckten Körper der Seeigel, auf denen doch jeder Schmutz sich so leicht fangen und aufspeichern müßte, stets rein und blank sind, allerdings mit jener einen Ausnahme, daß manche Seeigel sich mit Sandkörnern und Steinchen bedecken, um unter dem Schutz dieser Hülle auf Beute zu lauern.

Bei den Mollusken sind wiederum Schleimbildung und Flimmerepithel die wichtigsten Mittel zur Reinhaltung der Tiere, deren Schalen, soweit sie nicht durch Bewegung immer wieder gereinigt werden, oft stark mit Schmutz bedeckt sind. In dem ersten Bande dieses Werkes ist die Tätigkeit der Flimmerbahnen bei Muscheln genauer geschildert worden; dort wurde speziell gezeigt, wie aus dem Detritus die brauchbare Nahrung abgesondert und dem Munde zugeführt wird. Hier müssen wir noch hervorheben, daß die unbrauchbaren Bestandteile, die der Wasserstrom mit sich führt, und aller Schmutz an besonderen Stellen seitlich vom Mund mit Schleim zusammengebacken und weider ausgestoßen werden. Und so

Digitized by Google

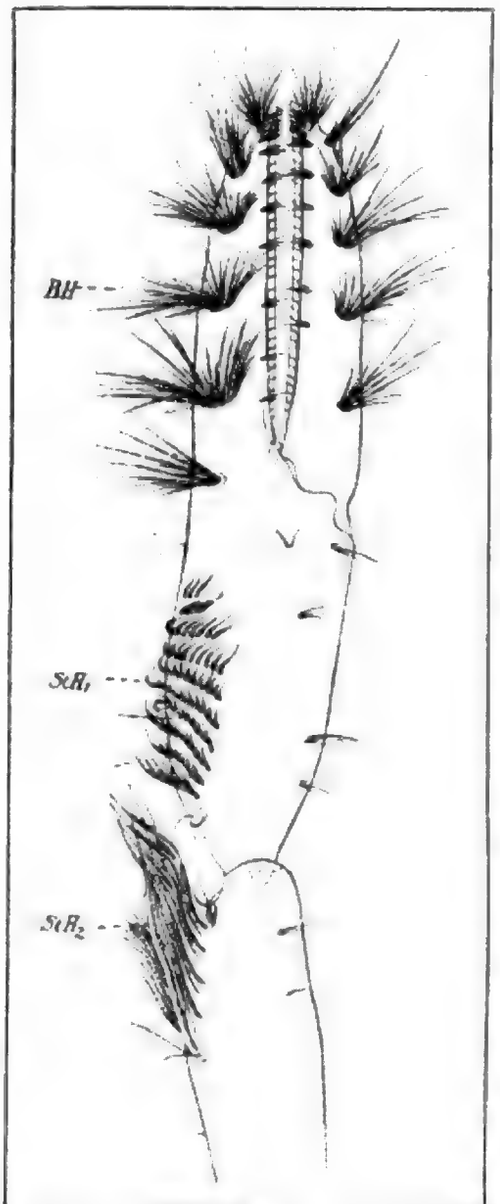


Abb. 362.
Putzfuß von Leander xiphias.
Vergr. 50 mal. Nach Doflein.

kommt es, daß manche Muscheln, z. B. Austern, stark verunreinigtes Wasser in relativ kurzer Zeit zu klären vermögen.

Sehr kompliziert sind entsprechend der hohen Organisation dieser Tiere die Putzeinrichtungen bei den Arthropoden. Schon bei den Crustaceen treten sie uns in mannigfacher Ausbildung entgegen. Vielfach ist es bei ihnen strudelnde Tätigkeit mit feinen, gefiederten Haaren besetzter Extremitäten, welche die Körperoberflächen und vor allen Dingen die empfindlichen aus dem Körper hervorragenden Organe rein erhält. Zum Teil recht komplizierte Putzapparate dieser Art sind für die Kiemen ausgebildet, doch müssen wir bei diesen Einrichtungen im Auge behalten, daß sie neben der Reinigung noch eine weitere Funktion zu erfüllen haben, z. B. die Zuführung von frischem Atemwasser. Bei vielen Formen finden wir aber einzelne Organe ganz speziell für die Putzfunktion ausgebildet. Besonders bei höheren Krebsen ist oft ein Fußpaar für diesen Zweck modifiziert. Ich habe selbst Beobachtungen über eine Garneele (Leander xiphias) veröffentlicht, bei welcher das zweite feine und zarte Scherenpaar zu einer Putzschere umgebildet erscheint. Abb. 362 zeigt uns eine solche Putzschere, welche mit starren Borsten wie eine Bürste bedeckt ist. Sie sitzt am Ende einer Gliedmaße, welche durch eine Menge von gelenkig miteinander verbundenen Gliedern außerordentlich biegsam gemacht wird. Der Krebs kann mit dieser Putzschere die seltsamsten Bewegungen ausführen und kann mit ihr an alle Teile des Körpers gelangen. Davon macht er auch reichlich Gebrauch. Man sieht ihn oft in der in Abb. 363 dargestellten Stellung, während er sorgfältig mit den Putz-

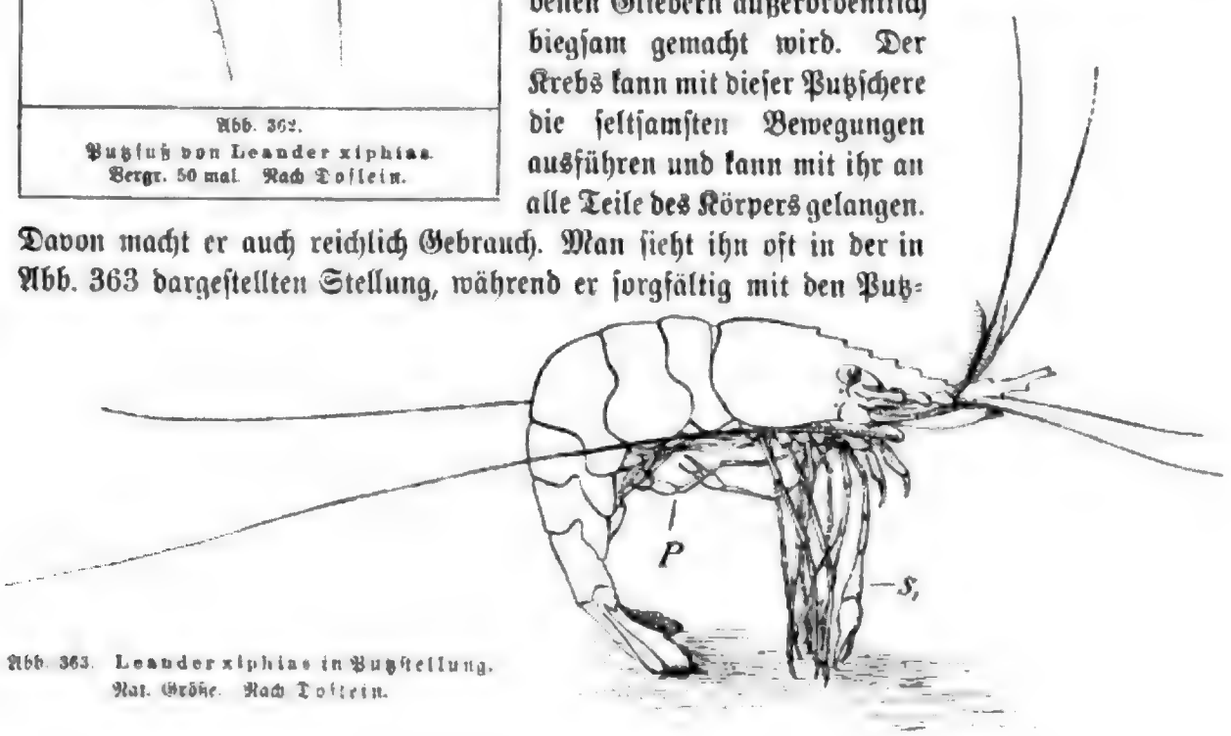


Abb. 363. Leander xiphias in Putzstellung.
Nat. Größe. Nach Doflein.

Digitized by Google

Max Liebermann, Selbstbildnis mit Palette, 1916

Max Liebermann, Selbstbildnis mit Palette, 1916

Max Liebermann, Selbstbildnis mit Palette, 1916

Fig. 1. Trompette à coulisse, Allemagne, XVIIe siècle. Musée Vleeshuis, Anvers, inv. 1.

Fig. 1. Trombone, Germany, 17th century. Vleeshuis Museum, Antwerp, inv. 1.

Abb. 1. Zugtrompete, Deutschland, 17. Jahrhundert. Vleeshuis Museum, Antwerpen, Inv. 1.

Fig. 1. Trompeta de varas, Alemania, siglo XVII. Museo Vleeshuis, Amberes, inv. 1.

Fig. 1. Tromba a tiro, Germania, XVII secolo. Museo Vleeshuis, Anversa, inv. 1.

Fig. 1. Trompete de varas, Alemanha, século XVII. Museu Vleeshuis, Antuérpia, inv. 1.

Fig. 1. Trompet met schuif, Duitsland, 17de eeuw. Vleeshuismuseum, Antwerpen, inv. 1.

Fig. 1. Trompet med skjutrör, Tyskland, 1600-talet. Vleeshuis museum, Antwerpen, inv. 1.

Fig. 1. Trompet med skydestang, Tyskland, 1600-tallet. Vleeshuis Museum, Antwerpen, inv. 1.

Fig. 1. Trumpet med skydestang, Tyskland, 1600-tallet. Vleeshuis Museum, Antwerpen, inv. 1.

Fig. 1. Trumpet med skydestång, Tyskland, 1600-talet. Vleeshuis Museum, Antwerpen, inv. 1.

Fig. 1. Trumpetti, jossa liukuputki, Saksa, 1600-luku. Vleeshuis-museo, Antwerpen, inv. 1.

Fig. 1. Trumpet med skydestang, Tyskland, 1600-tallet. Vleeshuis Museum, Antwerpen, inv. 1.

Fig. 1. Trumpet med skydestång, Tyskland, 1600-talet. Vleeshuis Museum

aussieht, das ist auf eine fortgesetzte sorgfältige Pflege, die das Tier sich selbst angedeihen läßt, zurückzuführen. Tiere, welche struppig und ungepflegt erscheinen, pflegen krank zu sein. Sie können entweder der durch die Krankheit erzeugten Verunreinigung der Haut nicht mehr Herr werden, oder sie sind zu sehr geschwächt, um sich genügend zu pflegen. Zahnlosigkeit im Alter hat bei Säugetieren, speziell aus der Familie der Hunde, oft eine ähnliche Wirkung.

Bei den landbewohnenden Wirbeltieren spielt das Baden als Reinigungsmittel eine große Rolle. Die Vögel, das weiß ja jeder Liebhaber von Zimmervögeln, brauchen Badewasser. Im Freien kann man, besonders in den ersten Morgenstunden, die Vögel der verschiedensten Arten sich an den Bächen, Teichen und Tümpeln zum Zweck des Badens versammeln sehen. Ebenso bei uns wie in den Tropen, entfaltet sich dann am Ufer des Wassers ein fröhliches Leben. Die Vögel tauchen ihren Körper tief ins Wasser ein, so daß es bis an die Haut vordringt, wozu sie durch Sträuben der Federn mithelfen. Die verschiedenen Vogelarten verhalten sich beim Baden übrigens recht verschieden; manche Arten besprühen sich nur oberflächlich mit einem Tropfenregen, andere baden viel intensiver. Wenn sie das Wasser verlassen haben, so schütteln sie sich kräftig, begeben sich womöglich an einen sonnigen Platz, wo sie dann die gesträubten Federn der Reihe nach durchputzen und trocknen lassen. Beim Baden scheuen die Vögel eine ziemlich tiefe Temperatur des Wassers nicht. Man kann sie bei uns im Winter in Löchern des Eises offenbar mit dem größten Genuß ihr Bad nehmen sehen. Im Winter nehmen Vögel, so Krähen, Singvögel eventuell auch im trocknen Pulverschnee ein Bad, indem sie sich mit ihm vollkommen einpudern. Auch von vielen Säugetieren ist es bekannt, daß sie ein großes Bedürfnis zum Baden haben. Vor allen Dingen Huftiere sieht man oft in Herden Fluß- und Seeufer aufsuchen, um sich in das erfrischende Wasser zu stürzen. Jeder Reisende erzählt von den Antilopen- und Zebraherden, welche die Tränke nicht nur zum Wassertrinken aufsuchen, sondern in ihren Fluten auch sich baden. Ich erinnere nur an die interessanten Photographien, welche Schillings von sich badenden Nashörnern veröffentlicht hat (Abb. 367), und an die vielen Darstellungen von Elefanten, die sich im Wasser wälzen und ihren Körper mit Wasser duschen, welches sie mit dem Rüssel aufgesaugt haben. Bei diesen Tieren ist das Wasserbad auch zur Abkühlung des Körpers ein natürliches Bedürfnis.

Abb. 366. Fuß eines Riesenkängurus (Macropus rufus). Mit zur Putzkralle umgebildeter 2. und 3. Zehe. Orig. nach der Natur.

Es ist sehr bemerkenswert, daß es gerade Huftiere sind, die ein so ausgesprochenes Badebedürfnis haben, also Tiere, welche mit ihren Beinen und Klauen, auch mit Maul und Zunge, nicht die ganze Oberfläche ihres Körpers bearbeiten können. Wir werden gleich sehen, daß gewisse der mit der Reinlichkeit verfolgten Zwecke bei ihnen auf anderm Wege erreicht werden. Übrigens lieben auch andere Säugetiere ein Bad sehr, man denke nur an unsere Hunde.

Eine ähnliche Bedeutung wie das Wasserbad haben die Staub- und Sandbäder, welche wir Vögel und manchmal auch Säugetiere, besonders Kamele, Lamas, Huanacos, nehmen sehen. Hirsche und Sauen suhlen sich im Schlamme, und letztere

Digitized by Google

The Cascades at the Falls of Clyde

Falls of Clyde, Lanarkshire, Scotland. Also known as Bonnington Falls, they are situated on the River Clyde, about 2 miles (3 km) upstream from New Lanark. The falls are 84 feet (26 m) high and are the largest waterfall in Scotland.

rung dann wirksam, wenn die Haut durch irgendeine bakterielle oder parasitäre Infektion entzündet ist.

Die Reinlichkeit der Tiere ist überhaupt ebensosehr ein Kampf gegen Parasiten und Ungeziefer als ein Kampf mit dem Schmutz. Die Beseitigung des Schmutzes bedeutet für die Tiere eine Bekämpfung des Ungeziefers, dessen Existenzbedingungen durch Anhäufung von Schmutz ja verbessert werden. Und so sehen wir denn die Hunde und Katzen, wenn sie ihren Pelz durchputzen, Flöhe und Läuse fangen und verschlucken. Bei den Affen ist das Durchsuchen des eigenen Pelzes nach Ungeziefer oder das gegenseitige „Lausen", bei welchem die Hände mit ihrem opponierbaren Daumen ein äußerst geeignetes Werkzeug darstellen, eine der charakteristischsten Tätigkeiten. Auch die Vögel fangen vielfach aus ihrem Gefieder mit ihrem Schnabel Ungeziefer heraus.

Daß Ungeziefer bei der Reinigungstätigkeit verschluckt wird, scheint aber besonders bei den Säugetieren vorzukommen. Bei manchen derselben scheint es sogar eine regelmäßige Gewohnheit zu sein. Wir haben ja früher in dem Kapitel über Parasitismus schon davon gesprochen, daß manche Parasiten der Säugetiere einen auf demselben lebenden Arthropoden als Zwischenwirt benützen. So muß der Hundefloh, welcher die Finne des Hundebandwurms (Taenia cucumerina) beherbergt, von dem Hund verschluckt werden, damit der Bandwurm in ihm heranwachsen kann. Milben, die von Ratten, auf denen sie sitzen, verschluckt werden, sind die Zwischenwirte des Hämosporids Haepatozoon. Auch haben wir S. 284 schon erfahren, daß jene Fliegen, deren Larven im Innern von Huftieren parasitieren, ihre Eier in den Haaren ihrer Wirte ablegen, welche sie auf den Juckreiz hin mit dem Munde aufnehmen und verschlucken.

Die vielen Blutsauger und ähnlichen Peiniger, welche vor allem hinter den Huftieren her sind, werden von diesen durch eine Anzahl recht interessanter Einrichtungen bekämpft. Sie setzen sich vielfach auf Stellen der Haut nieder, welche von Mund und Füßen nicht erreicht werden können. Der Kampf gegen sie wird nun in einer recht eigenartigen Weise durchgeführt, indem sie durch bestimmte Bewegungen ihres Opfers verjagt werden. Die Pferde mit ihrem relativ kurzen Schwanz sind mit einer großen Beweglichkeit der Haut, der Ohren und der Nüstern ausgestattet. Besondere Muskeln gestatten ihnen, bestimmte Partien der Haut in zitternde Bewegung zu versetzen, die Ohren lebhaft zu bewegen usw. Dadurch werden die sehr scheuen blutsaugenden Fliegen immer wieder verjagt Die Esel und die Mehrzahl der Wiederkäuer besitzen sehr lange Schwänze mit einer buschigen Endquaste. Vielfach können dieselben bei ihrer Anwendung als Fliegenwedel fast die ganze Oberfläche des Körpers bestreichen. Auch Säugetiere aus anderen Gruppen sehen wir durch Schüttelbewegungen oder mit Hilfe des Schwanzes, der Extremitäten, des Maules oder der Zunge das fliegende Ungeziefer vertreiben.

Von besonderer Wichtigkeit ist bei vielen Tieren die Reinhaltung ihrer Wohnungen, besonders solange in denselben sich entwickelnde Junge enthalten sind. Bei Nesthockern unter den Vögeln finden wir vielfach, z. B. bei vielen Singvögeln, den Instinkt bei den jungen Vögeln entwickelt, das hintere Körperende über den Nestrand zu strecken und den Kot aus dem Nest hinauszuspritzen. Bei manchen Arten, z. B. Schwalben und Fliegenschnäppern, tragen die Alten, solange die Jungen noch klein sind, den Kot im Schnabel davon. Nur wenige Formen, wie Wiedehopfe und Eisvögel, sind in dieser Beziehung nachlässig; der Gestank ihrer Nester ist sprichwörtlich. Auch die sozialen Insekten verwenden eine große Sorgfalt auf die Säuberung ihrer Behausungen. Wir werden später davon hören, wie sorgfältig die Bienen und Ameisen ihre Bauten ausputzen, ja daß bei Ameisen

und Termiten besondere Individuen ausgebildet sind, welche vorwiegend den Reinigungs- und Sanitätsdienst im Nest durchzuführen haben. Selbst niedrig stehende Insekten, so minierende Larven von Motten (vgl. S. 43) und die geselligen Raupen von Aporia crataegi, schaffen ihre Exkremente beiseite, so daß ihr Aufenthaltsort sauber bleibt.

5. Allgemeine Schutzanpassungen.

Wir haben in den vorausgehenden Abschnitten eine große Anzahl von Schutzanpassungen kennen gelernt, welche die Tiere gegen ihre speziellen Verfolger schützen. Wir wollen dies Kapitel nicht abschließen, ohne darauf hingewiesen zu haben, daß das Schutzbedürfnis eine allgemeine Eigenschaft der lebenden Organismen ist. Von vornherein, seitdem es Organismen auf der Erde gibt, mußte es neben der Fähigkeit der Ernährung, des Wachstums und der Fortpflanzung eine ihrer Grundeigenschaften sein, daß sie sich gegen schädigende Einwirkungen der verschiedensten Art zu schützen vermochten. Wir haben in dem ersten Band dieses Werkes sehr viele Beispiele von zweckmäßigen Einrichtungen zum Schutz des Körpers vor Schädigungen durch äußere Faktoren kennen gelernt. An dieser Stelle soll noch einmal kurz darauf hingewiesen werden, daß wir in der Organisation vieler Tiere Einrichtungen finden, die dazu bestimmt scheinen, deren Körper gegen Insulte zu schützen, welche die Tiere in ihrem normalen Lebensraum regelmäßig bedrohen. Wir wollen nur durch einige Beispiele diese Zusammenhänge andeuten, die so vielseitige sind, daß man ein ganzes Buch allein über sie schreiben könnte. Die Öffnungen, welche in das Innere der Tierkörper führen, leiten meist zu weichem und verletzlichem Gewebe hin. Wir finden nun eine Menge von Einrichtungen, die dazu bestimmt sind, das Eindringen ungeeigneter Substanzen an solche Orte zu verhüten. Gitter und Reusen, Deckel und Klappen dienen diesen Zwecken. Die Kelche, als welche die Körper mancher Schwämme sich darstellen, sind vielfach durch Gitter abgeschlossen, so daß keine größeren Gegenstände in den inneren Hohlraum gelangen können. Die gleichen Gehäuse und Röhren, die wir oben als Schutzmittel der Tiere gegen ihre Feinde kennen lernten, schützen sie auch vor allen möglichen mechanischen und sonstigen Verletzungen. Vor allem die Atemöffnungen der Tiere sehen wir vielfach gegen das Eindringen schädlicher Partikelchen gesichert. Die Kiemenöffnungen von Schnecken und Muscheln liegen verborgen, und der Wasserstrom wird ihnen durch Gewebe zugeleitet, deren wimpernde Oberfläche oder deren Schleimsekretion schädliche Bestandteile abfangen, ehe das Wasser an die zarten Atemorgane gelangt. Ganze Pinsel- und Bürstenbildungen sind bei den Krebsen an den Öffnungen der Kiemenhöhlungen angebracht. Sie sind besonders mächtig ausgebildet bei Formen, die im Sand und Schlamm wühlen. Die Reusenapparate, welche die Verschmutzung der Fischkiemen verhüten, haben wir früher S. 212 schon beschrieben. Analoge Schutzmittel finden wir bei den luftatmenden Tieren. Die Stigmeneingänge der Insekten sind von Reihen gefiederter Haare umgeben. Bei den luftatmenden Wirbeltieren macht der zu den Lungen führende Luftgang mancherlei Umwege, in deren Verlauf die Schleimhautwand störende Substanzen abfangen kann. Besondere Reizbarkeit und besondere Muskelanordnung führen dazu, daß durch Niesen und Husten die Ausstoßung schädlicher Substanzen befördert wird. Auch der Eingang in den Darm ist vielfach in ähnlicher Weise gesichert. Die am Anfang des Darmes befindlichen Partien der Mundhöhle, die Zunge, oft auch der Kropf, sind an der Aussortierung der geeigneten und ungeeigneten Teile der Nahrung beteiligt. Vielfach geht auch ein Teil der Sortierung erst im Magen vor sich, und bei den Vögeln z. B. werden viele ungenießbare Bestandteile der Nahrung, so bei

Digitized by Google

Raubvögeln Federn, Haare und Schädel ihrer Opfer, bei Kernfressern die Kerne der Früchte, ausgespien, ohne in den Darm gelangt zu sein. Es ist bekannt, daß die Brennhaare der Raupen im Kropfe des Kuckucks zurückgehalten werden, und bei gewissen fischfressenden Vögeln finden wir einen Apparat ausgebildet, der wie eine Reuse das Eindringen der Gräten in den zartwandigen Darm verhütet so bei Plotus anhinga im Muskelmagen, bei P. levaillanti und Cathartes aura am Pylorus. Im Magen vieler Krebse findet sich eine aus Haaren und Borsten zusammengesetzte Filtervorrichtung, durch welche die Hartteile in der Nahrung dem widerstandsfähigen Enddarm direkt zugeleitet werden, während nur den weichen und flüssigen Bestandteilen der Eintritt in die zarte Mitteldarmdrüse oder Leber gestattet wird.

Daß bei vielen Fischfressern, so z. B. den Fischottern, durch die spezielle Beschaffenheit und reflektorische Tätigkeit der glatten Darmmuskulatur die in den Darm eingetretenen Fischgräten in einer für das Tier nicht schädlichen Weise durch den ganzen Darm hindurch jongliert werden, gehört ebenfalls in dies Kapitel. Ähnlich ist ja in jedem Darm besonders der höheren Tiere die glatte Muskulatur imstande, bis zu einem gewissen Grade spitze oder sonstwie schädigende Gegenstände ohne Schaden wieder herauszubefördern.

Auch die Mündung des Darms, der After, und ebenso die Ausführöffnungen der Exkretions- und Geschlechtsorgane pflegen am Körper eine verborgene Lage zu haben. Die Organe selbst sind vielfach zurückziehbar und in besondere Taschen eingelagert, um sie vor mechanischen Verletzungen zu bewahren. Trotzdem sind sie manchmal Verletzungen und anderen Schädigungen ausgesetzt, wie z. B. die Tatsache beweist, daß nicht selten Fliegen ihre Larven im Enddarm, in die Vagina, an Harnöffnung und After, an die Augenränder und in die Nasen von Tieren ablegen. Die Sinnesorgane pflegen ganz besonders gut gesichert zu sein durch Deckel und Verschlüsse, in der Nähe angebrachte schützende Haarkleider, staubauffangende klebrige Schleimhäute, die zarten Oberflächen abwaschende flüssige Drüsensekrete (z. B. die Tränenflüssigkeit) u. dgl. Auch sind an den Sinnesorganen sehr vielfach Reflexbewegungen zu konstatieren, welche durch plötzliche Verlagerung oder Bedeckung die zarten Organe einer schädlichen Berührung entziehen.

Wie man ohne weiteres sieht, zeigen die meisten der hier erwähnten Anpassungen enge Beziehungen zu den im vorigen Abschnitt erörterten Einrichtungen für die Reinlichkeit der Tierkörper. Bis zu einem gewissen Grade kann man dies auch sagen von gewissen Fähigkeiten der Tiere, die allgemein verbreitet sind und welche den Zweck haben, in den Körper geratene unnütze oder schädliche Gegenstände aus demselben wieder herauszubefördern.

Schon bei den einzelligen Urtieren werden solche ungeeigneten Gegenstände, wenn sie bei der Nahrungsaufnahme in den Körper gelangt sind, in der gleichen Weise wie die unverdauten Endprodukte des Stoffwechsels aus dem Zelleib wieder herausgeschafft. Bei niederen vielzelligen Tieren hat sich der Modus der Nahrungsaufnahme in die Zellen des Darmes erhalten und ist z. B. bei Nesseltieren und Plattwürmern der wichtigste Teil des Verdauungsvorganges. Von solchen Zellen werden nun auch Stoffe und eventuell lebende Organismen aufgenommen, die dem Körper schädlich werden könnten. Schädliche Bakterien werden, als seien sie im Körper eines Protozoon aufgenommen, in den Darmzellen abgetötet und verdaut. Bei höheren Tierformen sehen wir spezielle Zellen des Körpers diese Aufgabe der Verteidigung übernehmen. So sind schon bei Würmern und Mollusken die Blutzellen, welche sich wie Amöben fortbewegen, auch imstande, wie Amöben Fremdkörper und Bakterien zu fressen und unschädlich zu machen. Man bezeichnet daher diese Zellen als Freßzellen oder Phagozyten. Sie sind zum Teil bewegliche Zellen, die mit dem Blutstrom in allen Teilen des Körpers zirkulieren, zum Teil fixe Zellen, d. h. solche, die in Ge-

Digitized by Google

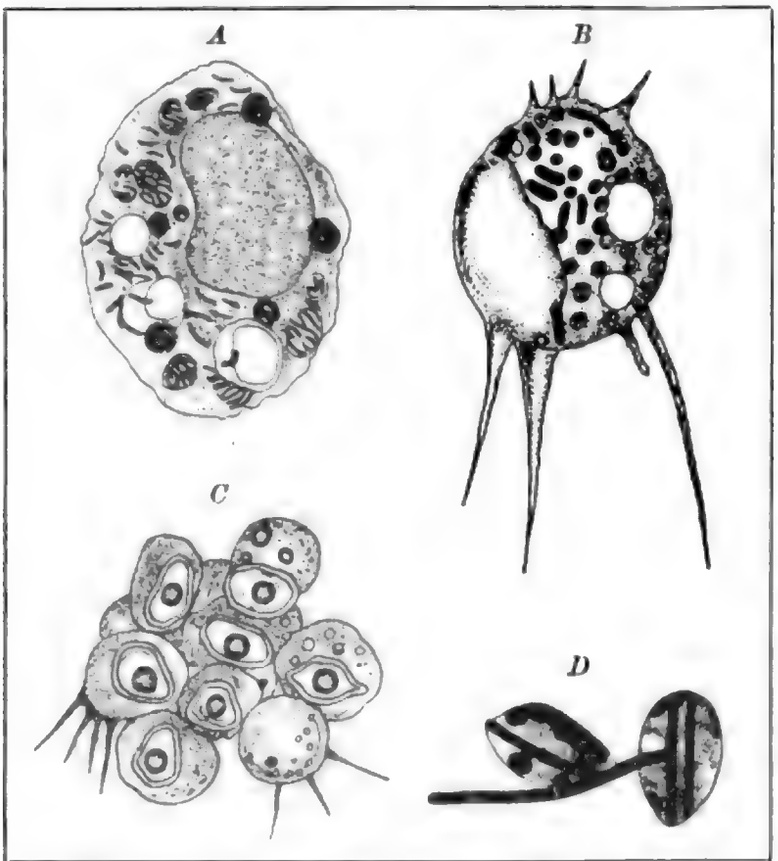


Abb 368.
Phagozyten verschiedener Tiere bei der Freßtätigkeit. *A* Leukozyt eines Meerschweinchens, der Choleravibrionen; *B* ebensolcher der Bacterium coli gefressen hat; *C* Phagozyten des Engerlings, die rote Blutkörperchen der Gans verschluckt haben; *D* Rattenleukozyten, Bakterienfäden aufnehmend. Alle stark vergr. Nach Metschnikoff.

weben fest eingeschlossen sind und nur durch Ausstrecken von Pseudopodien jene schädlichen Gegenstände einzufangen vermögen. Schon bei Würmern und Mollusken sind vielfach derartige Zellen zu besonderen Organen, den phagozytären Organen, vereinigt. Sie liegen gewöhnlich an Stellen, welche ein großer Teil des im Körper zirkulierenden Flüssigkeitsstromes zu passieren hat, so daß derselbe, wenn er an ihnen vorbeistreicht, von größeren fremden Bestandteilen sozusagen filtriert wird. Bei den Wirbeltieren sind es hauptsächlich die weißen Blutzellen, die Zellen der Milz, die sogenannten Sternzellen der Leber und einige andere Zellarten, welche als Phagozyten funktionieren. Ihre Tätigkeit und Bedeutung ist vor allen Dingen von Metschnikoff und seiner Schule studiert worden. Wenn man einem Tier Karminkörner oder Tuschepulver in das Blut injiziert, verschwinden diese Beimischungen nach kurzer Zeit aus dem Blutstrom. Mikroskopische Untersuchung belehrt uns darüber, daß die Phagozyten das feine Pulver aufgefangen und in ihrem Zellleib abgelagert haben. Sind statt solcher toter Bestandteile schädliche Bakterien in den Körper gebracht worden, so werden sie von den Phagozyten wie von Amöben gefressen, in Nahrungsvakuolen abgetötet und verdaut.

Indem nun die amöboiden Blutzellen den Körper nach allen Richtungen durchwandern, wirken sie wie eine Sanitätspolizei, die allen Schmutz und alle Schädlinge wegfängt und aus dem Wege räumt. Die in den Organen fixierten Phagozyten sind gleichsam die Hauptwachen und Wachtposten, welche die Aufgaben jener patrouillierenden Schutzleute unterstützen. Zwischen Schädlingen, die in den Tierkörper eingedrungen sind, und der Armee von Phagozyten spielt sich ein regelrechter Kampf ab, in welchem häufig die Phagozyten den Sieg davontragen. Es kann aber auch der Fall eintreten, daß sie der Schädigungen nicht Herr werden, was dann Krankheit und Tod des befallenen Organismus zur Folge haben kann.

Die Tätigkeit jener Phagozyten wird nun noch sehr wesentlich dadurch befördert, daß sie selbst wie auch wohl alle Zellen des Körpers die Fähigkeit haben, Stoffe abzusondern, die gegen eingedrungene fremde Organismen abtötend und verdauend, gegen Gifte als Gegengift, gegen alle schädlichen Stoffe als Schutzkörper wirken. Wir haben diese Fähigkeit der lebenden Organismen bereits am Ende des Kapitels über den Parasitismus erörtert

Digitized by Google

(S. 321 ff.) und brauchen daher hier nur kurz auf sie hinzuweisen. Daß sie unter den Schutzanpassungen der Tierkörper zu den allerwichtigsten gehört, bedarf keiner ausführlichen Begründung. Ihr schließt sich direkt die Fähigkeit zur Wundheilung und zur Regeneration an, die bereits im ersten Band dieses Werkes behandelt worden ist. Mit dieser ist wohl noch eine schließlich zu erwähnende Schutzmaßregel der Organismen in enge Beziehung zu setzen, welche dann in die Erscheinung tritt, wenn die sonstigen Schutzkräfte des Körpers nicht imstande sind, eingedrungene Fremdkörper oder Parasiten zu überwältigen und wieder zu entfernen. Dann werden sie durch Zellagen eingeschlossen und umhüllt und in dieser Weise in einer für den Körper möglichst unschädlichen Weise abgekapselt. Es kann dies ebenso bei toten Gegenständen erfolgen, wie wir es in dem Kapitel über den Parasitismus bei der Besprechung der Einschließung von Bandwurmlarven, jungen Trichinen und allerhand anderen Parasiten in bindegewebige Kapseln kennen gelernt haben.

4. Kapitel.

C. Geschlechtsleben der Tiere.

1. Die Geschlechter und ihre Vereinigung.

In den letzten Abschnitten haben wir immer wieder Tiere als Feinde von Tieren zu erwähnen gehabt, ja auf den ganzen vorangegangenen Seiten dieses Buches war nur einmal in dem Kapitel über Symbiose die Rede von Beziehungen zwischen verschiedenen Tierindividuen, die man als friedfertige bezeichnen konnte. Die nächsten Abschnitte sollen uns nun die Tiere hauptsächlich in ihren freundschaftlichen Beziehungen untereinander zeigen, und zwar wollen wir uns zunächst zur Erörterung des Verhältnisses zwischen Angehörigen der gleichen Art wenden. Zu den engsten Beziehungen, in welche verschiedene Tierindividuen zueinander gelangen können, gehören diejenigen, welche die Repräsentanten der beiden Geschlechter miteinander verknüpfen. Es sind vor allem diejenigen, welche die Erhaltung der Art in der Fortpflanzung ermöglichen, und die wir mit einem zusammenfassenden Wort als das Liebesleben der Tiere bezeichnen können.

Inwiefern sich die beiden Geschlechter durch körperliche Eigenschaften voneinander unterscheiden, das ist im ersten Bande dieses Werkes auf S. 472 ff. ausführlich erörtert worden. Hier bleibt uns nur noch darzustellen, wieso die dort behandelten körperlichen Anpassungen für das Zustandekommen der Begattung von Bedeutung sind, und welche eigenartigen Gewohnheiten das Liebesleben der Tiere mit sich bringt. Im ersten Band wurde geschildert, daß die für die Entstehung eines neuen Individuums normalerweise notwendigen Geschlechtszellen in der Regel auf verschiedene Repräsentanten der gleichen Art, auf die Männchen und Weibchen, verteilt sind. Damit nun die Befruchtung zustande kommt, müssen die Männchen und Weibchen im Zustand der Geschlechtsreife so nahe zusammenkommen, daß die Samenzellen die Eizellen auffinden und in sie eindringen können. Bei einer größeren Anzahl von niederen Tieren, besonders bei solchen, bei denen die Lebensverhältnisse die Befruchtung sehr erschweren können, ist die Schwierigkeit dadurch überwunden, daß die Tiere Zwitter (Hermaphroditen) sind. Bei vielen Parasiten, sessilen oder träg beweglichen Tieren usw. finden sich männliche und weibliche Geschlechtsorgane in einem Körper verbunden. Ich erinnere nur an die parasitischen Würmer aus den Ordnungen der Trematoden und Cestoden, an die Schmarotzerkrebse, an Regenwürmer und Schnecken.

Digitized by Google

In vielen Fällen ist eine Selbstbefruchtung eines Individuums möglich. So kann also bei solchen Tieren die Erhaltung der Art durch ein einziges Individuum gesichert werden. Im ersten Band ist S. 502 bei Gelegenheit der zusammenfassenden Darstellung der Zwittrigkeit hervorgehoben, daß Zwitter im allgemeinen sich wechselseitig befruchten, so daß auch bei ihnen zwei Individuen zum Zwecke der Befruchtung zusammenkommen müssen. Aber auch darin ist die Zwittrigkeit von Vorteil, da sozusagen bei jeder Begegnung von zwei Individuen zwei Männchen und zwei Weibchen zur Vereinigung kommen.

Bei der Mehrzahl der Tiere, und zwar um so ausgesprochener, je höher die Tiere stehen, die wir in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen, müssen je ein Vertreter beider Geschlechter zum Zweck der Befruchtung miteinander örtlich vereinigt werden. Das wird durch Mittel erzielt, welche oft tief in die Lebensweise der betreffenden Tiere eingreifen und auch ihren Bau sehr beeinflussen können. Ein Mittel, welches nicht allzu oft zur Sicherung der Begattung bzw. der Befruchtung von der Natur angewendet wird, ist die dauernde Zwangsvereinigung beider Geschlechter. Schon bei den Protozoen — ich weise nur auf die Gregarinen hin — kommt es vor, daß Individuen in ganz jungen Stadien, in denen sie noch gar keine geschlechtliche Differenzierung erkennen lassen, sich aneinanderheften, um von da an für das ganze Leben miteinander vereinigt zu bleiben. Sie wachsen gemeinsam heran, bilden zu gleicher Zeit ihre Geschlechtszellen aus, deren Vereinigung durch besondere Einrichtungen, Wachstumsverhältnisse usw. gesichert ist. Solche dauernde Zwangsvereinigung finden wir auch mitunter bei vielzelligen Tieren, so speziell bei jenen Arten, bei denen sogenannte Zwergmännchen vorkommen. Von solchen haben wir früher schon wiederholt gehört. Sie kommen bei festsitzenden und parasitischen Tieren vor. Die minimal kleinen Zwergmännchen des eigentümlichen Wurms Bonellia viridis (vgl. Abb. 135 S. 190) sind nur 1—2 mm lang und leben parasitisch im Schlund und später in dem Endteil des Uterus des Weibchens (vgl. Bd. I Abb. 303 S. 474). Auch bei den parasitischen und sessilen Krebsen hatten wir wiederholt Gelegenheit (vgl. S. 310), auf das Vorkommen von Zwergmännchen hinzuweisen, die bei jenen meist an der Außenseite des Körpers des Weibchens angeheftet, ihr Leben bis zur Geschlechtsreife bzw. bis zum Begattungsmoment verbringen. Wir haben im Abschnitt über Parasitismus Fälle besprochen, in denen solche dauernde Zwangsvereinigung sogar bei Zwittern vorkommt. So bei dem eigenartigen Diplozoon paradoxum, dessen sich gegenseitig befruchtende Individuen zu je zweien schon in sehr jugendlichem Zustand wie siamesische Zwillinge miteinander verwachsen. Dort haben wir auch erwähnt, daß die örtliche Zwangsvereinigung bei den zwittrigen Saugwürmern sogar zu einer Rückbildung der Zwittrigkeit geführt hat. Die dauernde Zwangsvereinigung macht eben die sonst als letzten Ausweg mögliche Selbstbefruchtung vollkommen überflüssig. Und so sahen wir, daß bei Wedlia (vgl. S. 308 u. 309) die Tiere, von denen das eine dauernd in einer Tasche am Körper des andern sich befindet, zu einem Männchen und Weibchen geworden sind, bei denen zwar noch die zwittrigen Geschlechtsorgane angelegt werden, aber nur die je eines Geschlechts bei je einem der Individuen zur Entfaltung gelangen; und bei Schistosomum haematobium, dessen Weibchen in einer faltenartigen Rinne am Körper des Männchens eingeschlossen wird, ist die geschlechtliche Trennung eine vollkommene.

Ja auch bei höheren Tieren, so gewissen dekapoden Krebsen, kommt eine frühzeitige örtliche Vereinigung der Geschlechter vor. Wir haben schon früher von jenen Krebsen gesprochen, die in Schwämmen, Korallen, Muscheln usw. eingeschlossen, ihr Leben wie in einem Gefängnis verbringen (S. 278). Ich erinnere nur an die in Kieselschwämmen paarweise lebenden Arten von Spongicola und Eiconaxius. So findet man Alpheus-Arten in

Digitized by Google

Schwämmen paarweise eingeschlossen, z. B. nach Doederlein Alpheus frontalis auf den Liukiu-Inseln. Ortmann fand in Ostafrika in den Steckmuscheln Pontonia pinnae stets in Paaren, ebenso Fritz Müller in Brasilien Porcellana creplini in den Röhren von Chaetopterus. Bei vielen solchen Arten werden die ganz jungen Tiere eingeschlossen, später können sie vielfach gar nicht mehr in den von ihnen bewohnten Raum eindringen, so daß wir also annehmen müssen, daß Männchen und Weibchen in jugendlichem Zustand ihr künftiges Gefängnis gemeinsam freiwillig aufsuchen.

In der Regel ist bei den Tieren eine örtliche Trennung der beiden Geschlechter durchgeführt, welche nur zur Paarungszeit unterbrochen wird. Die meisten Tiere, besonders die niederen Formen, leben ja als Individuen ein vollkommen isoliertes Dasein. Sie kümmern sich nicht umeinander, gehen keine Gemeinschaft irgendwelcher Art miteinander ein und erkennen sich in vielen Fällen überhaupt nicht als zur gleichen Art gehörig. Bei niederen Tieren ist die Unterscheidungsfähigkeit für Individuen der gleichen Art so wenig ausgebildet, daß Kannibalismus eine weitverbreitete Erscheinung ist. Ich erinnere nur an die vielen Fischarten, welche mit Begierde ihre eigene Brut fressen, nicht nur die ihrer Artangehörigen, sondern auch ihre persönliche Nachkommenschaft; darüber finden sich genauere Angaben weiter unten im Kapitel über Brutpflege Je höher wir im Tierreich aufsteigen, um so mehr nimmt diese Gleichgültigkeit der einzelnen Individuen der Art gegeneinander ab, um so mehr finden wir bei ihnen die Tendenz, in engere Gemeinschaft zu treten. Im Durchschnitt können wir aber sagen, daß die jungen Tiere der gleichen Art, wenn sie auch in den Anfangsstadien noch in Schwärmen vereinigt waren, sich beim Heranwachsen trennen und je nach ihren Lebensgewohnheiten über ein mehr oder minder großes Areal verbreiten. Dann sind bei ihnen besondere Methoden notwendig, damit sich die Männchen und Weibchen aufsuchen, finden und erkennen können. Inwiefern die körperlichen Grundlagen für diese Voraussetzungen gegeben sind, das ist im ersten Band geschildert worden.

Es zeigt sich dabei, daß in der Regel das männliche Geschlecht das aktive, das weibliche das passive ist. Die Männchen sind beweglicher, mit besseren Sinnesorganen, vielfach mit ganz speziellen Instinkten ausgestattet. Die Weibchen sind weniger beweglich und mit geringwertigeren Sinnesorganen ausgerüstet. Ich erinnere nur an die flügellosen Weibchen vieler Insekten, an die großäugigen und mit mächtigen Antennen versehenen Männchen der gleichen Gruppe. Die Eigenschaften der Männchen und Weibchen müssen miteinander korrespondieren, um zur beabsichtigten Wirkung zu führen. So ist z. B. bei Insektenarten wie Blatthornkäfern (Lamellikorniern) und Spinnern (Bombyciden), deren Männchen stark entwickelte Geruchsorgane auf den Antennen besitzen, ein ausgesprochener Geruch, der von den Weibchen ausgeht, nachgewiesen worden. Vielfach ist derselbe für unsere Sinnesorgane gar nicht wahrnehmbar, jedenfalls nicht auf größere Entfernungen. Daß er aber doch vorhanden ist und von den männlichen Schmetterlingen perzipiert wird, dies beweisen eine Anzahl sehr interessanter Beobachtungen. Während die blütenbesuchenden Schmetterlinge, besonders die Tagschmetterlinge, ihre Weibchen an den Blüten treffen, haben die Spinner, welche keine Nahrung aufnehmen (vgl. S. 191) besonders hoch entwickelte Geruchsorgane, um ihre Weibchen aufzufinden. Sie sind gewissermaßen Spezialisten für den Geruch ihrer Weibchen. Viele Bombyciden, welche typische Waldbewohner sind, fliegen mitten in große Städte hinein und versammeln sich vor Fenstern, hinter denen Weibchen gezüchtet werden. Bei einem frisch ausgeschlüpften Weibchen von Saturnia pavonia fanden sich nach Standfuß in 6½ Stunden 127 Männchen der in der Gegend für selten geltenden Art ein. Fabre hat in ähnlicher Weise zahlreiche Männchen von Saturnia pyri in seine Wohnung gelockt. Trimen

Digitized by Google

ſah, als er in einer Schachtel die Weibchen einer Schmetterlingsart transportierte, dieſelbe von den zugehörigen Männchen umſchwärmt. Auch Verreaux machte entſprechende Beobachtungen. Bruce ſah einmal um ein Weibchen von Cossus robiniae 70 Männchen ſchwärmen. Ja, leere Schachteln, in denen früher Weibchen, z. B. von Lymantria dispar, gehalten worden waren, werden noch nach einem Jahr von Männchen aufgeſucht. Ähnliches iſt bei Raubweſpen (Psammophila) beobachtet worden. Nach W. Pfeffer ſammeln ſich die Männchen der Schlupfweſpe Rhyssa persuasoria (vgl. S. 287 u. Abb. 235) an Baumſtämmen und Holzſtößen an, wo in bälde ein Weibchen ausſchlüpfen wird. Die Männchen der ſolitären Bienen tanzen an Frühlingstagen vor den noch verſchloſſenen Zellen, aus denen ein Weibchen hervorkriechen ſoll. Andere haben feſtgeſtellt, daß, als ſie in einem verſchloſſenen Zimmer, deſſen ſämtliche Türen und Fenſter nicht geöffnet wurden, jungfräuliche Weibchen von Lasiocampa quercus und Smerinthus populi hielten, die Männchen ihren Weg, der ſie weit hergeführt haben mußte, in das Zimmer durch Schornſtein und Kamin fanden. Nach Beobachtungen von Seitz u. a. werden Männchen von Schmetterlingsarten ſogar durch den Geruch noch nicht ausgeſchlüpfter weiblicher Puppen (z. B. von Zygaena filipendulae) angezogen. Auch gefangene und aufgeſpießte Weibchen haben noch denſelben Effekt. Bei manchen Hepialidae ſtürmen die Männchen „geradezu kolonnenweiſe an, ſobald das Weibchen, an einem Grashalm emporkriechend, ſich dem Schutze der Raſendecke enthebt, und drängen ſich ſofort in dichten Scharen um den Falter, ſo daß ein regelrechter Kampf entſteht und ſie ſich gegenſeitig an der Ausführung des Aktes hindern" (Seitz). Wie heutzutage ein erfahrener Schmetterlingsſammler den Duft der Weibchen ausnützt, um vor allem die Männchen ſeltener Arten zu erbeuten, ſo haben ſeit jeher die Jäger der Naturvölker den Geruch z. B. der Bibergeildrüſen benützt, um die betreffenden Tiere anzulocken und in Fallen zu fangen. In einer Falle z. B., welche mit dem Geſchlechtsorgan eines Iltisweibchens „verwittert" war, hat man nacheinander eine ganze Serie von Männchen gefangen. Und ſo ſind alle Sinnesorgane daran beteiligt, wenn die Männchen und Weibchen einer Art ſich auffinden und erkennen.

Wenn wir auch in ſolchen Fällen das männliche Geſchlecht meiſt als das beweglichere, aktivere erkennen, ſo muß doch hervorgehoben werden, daß das weibliche ſich nicht ganz paſſiv verhält. Das Weibchen lockt, wie wir ſahen, durch beſondere Produkte die Männchen heran. Das erinnert uns daran, daß ſchon die Eier vielfach durch beſondere Subſtanzen die Spermatozoen anziehen. Wir werden ſpäter noch öfter hervorzuheben haben, daß die Weibchen in einzelnen Fällen ſogar eine höhere Aktivität bei der Werbung entfalten als die Männchen (z. B. bei gewiſſen indiſchen Papilios und einigen Vögeln). Noch häufiger ſind ſie wenigſtens bis zu einem gewiſſen Grad an den der Paarung vorangehenden Handlungen beteiligt, wie uns der Lockruf der weiblichen Singvögel beweiſt. Und ſchließlich gibt es Fälle, in denen beide Geſchlechter ſich mit gleicher Intenſität gegenſeitig anlocken. Ich erinnere nur an den Klopfkäfer, die ſog. Totenuhr (Anobium pertinax L.), bei dem während der Paarungszeit Männchen wie Weibchen jenes eigentümliche Klopfgeräuſch erzeugen, dem die Art den Namen verdankt. Bei beiden Geſchlechtern der Leuchtkäfer ſind Leuchtorgane entwickelt. Bei vielen zirpenden Inſekten, bei Säugetieren (z. B. Rehen) ſind Männchen und Weibchen Erzeuger von Tönen von ſexueller Bedeutung.

Es muß aber, um die beiden Geſchlechter zuſammenzuführen, noch etwas Weiteres hinzukommen. Sind die Individuen einer Art über ein weites Gebiet verbreitet, ſo iſt die Möglichkeit, daß ſie ſich gelegentlich mit Hilfe ihrer Sinnesorgane wahrnehmen, eine ſehr geringe. Die Möglichkeit wird dadurch geſteigert, daß zu der Zeit, in welcher die Geſchlechts-

Digitized by Google

produkte reifen oder sich der Reife nähern, der Tiere sich eine eigenartige Erregung bemächtigt. Diese Erregung bringt besondere Bewegungen, oft sogar komplizierte Gewohnheiten der Tiere mit sich, welche das gegenseitige Wahrnehmen begünstigen. Vielfach wandern die Tiere sogar zur Fortpflanzungszeit umher oder wandern nach bestimmten Richtungen, um sich an gewissen Lokalitäten zu großen Versammlungen zu vereinigen. Diese Wanderungen werden wir später in einem besonderen Kapitel besprechen, und ebenso wird die Periodizität in dem Auftreten der geschlechtlichen Erregung, der sogenannten Brunst, besonders zur Erörterung gelangen.

Bei den vielen niederen Tieren, bei denen Eier und Samen einfach ins Wasser entleert werden, wo sich dann die Befruchtung vollzieht, kennen wir keine besonderen Handlungen der Individuen, welche der Ausstoßung der Geschlechtsprodukte vorausgehen. Es scheint immerhin, daß die Nähe von Individuen des andern Geschlechts die Entleerung der Geschlechtsprodukte auslöst. Wir können daher annehmen, daß bei solchen Tieren, so bei Medusen und Polypen, bei Echinodermen, Schnurwürmern (Nemertinen) und wohl vielfach auch bei Anneliden, chemische Einwirkungen der beiden Geschlechter aufeinander vorkommen. Wo aber innere Begattung stattfindet, da sehen wir fast stets besondere Handlungen dem Begattungsakt vorausgehen. Dabei läßt fast immer das Weibchen eine ausgesprochene Passivität erkennen, welche wir als Sprödigkeit bezeichnen; das Männchen dagegen ist aggressiv; wir bezeichnen es als werbend. Durch besondere Handlungen vermag das Männchen die Sprödigkeit des Weibchens zu überwinden. Nicht immer ist aber das Männchen der werbende Teil; es ist es in der Regel, aber es gibt Ausnahmen. Wir haben schon vorher erfahren, daß die Weibchen oft mit Hilfe besonderer Mittel die Männchen anlocken. Ihre Tätigkeit für das Zustandekommen des Begattungsakts geht aber oft noch viel weiter. So geht die erste Aufforderung zum Begattungsakt bei gewissen Fischarten, so beim Chanchito (Cichlasoma nigrofasciatum [Gehe]) und bei Danio rerio vom Weibchen aus. Unter den Vögeln sind Turnix varius, Rhynchaea, die Tinamus, alles polyandrische Formen, dadurch ausgezeichnet, daß die Weibchen in ähnlichen Formen, wie wir das später von den Männchen der meisten Vogelarten kennen lernen werden, sich um die Männchen bemühen. Sie sichern sich so die Begattung durch mehrere Männchen. Bei allen Werbungshandlungen wird die Entscheidung durch besondere Erregungsmomente herbeigeführt, welche durch Sinneseindrücke geliefert werden. Bei manchen Tierarten sind an dem Zustandekommen der Erregung verschiedene Sinne gemeinsam beteiligt, bei den meisten Tieren übernimmt aber ein Sinn die führende Rolle.

Eine große Rolle spielt bei diesen Vorgängen der Tastsinn. Eine sehr interessante Schilderung des Werbungsspieles bei den zwittrigen Schnecken hat Meisenheimer gegeben, nachdem bereits früher seit den Zeiten von Swammerdam bis in unsere Tage viele Naturforscher einzelne Phasen dieses merkwürdigen Schauspiels beschrieben hatten. Unsere gewöhnliche Weinbergschnecke (Helix pomatia L.) hat ihre Begattungszeit in den Monaten Mai und Juni. Man erkennt reife Individuen in dieser Zeit leicht an ihrem Benehmen. Sie kriechen gleichsam suchend umher; wenn sie stehen bleiben, so sind sie halb zusammengekauert und haben den Vorderkörper etwas gehoben. Wenn zwei Tiere sich begegnen, so beginnen sie sofort mit dem Liebesspiel. Sie richten sich aneinander hoch empor, kehren die Fußsohlen einander zu und pressen sie fest eine auf die andere. Unablässig gleiten dann die Fußsohlen aufeinander hin und her, und die Mundpapillen betasten und belecken sich gegenseitig auf das lebhafteste. Durch die weitgeöffneten Atemöffnungen wird intensiv geatmet, die Fühler sind in lebhafter Bewegung (Abb. 369). Nach kurzer Zeit kauern sich die Tiere wieder zusammen, um sich nach

Digitized by Google

Frontispiece. Mr. Bowen's Cabinet of Curiosities. Mr. Bowen, the proprietor of the Cabinet, is represented in the centre of the picture, with a pointer in his hand, explaining the curiosities to a party of visitors. The Cabinet is filled with a variety of objects, such as stuffed animals, birds, fishes, reptiles, insects, shells, minerals, and other natural productions, as well as artificial curiosities from different parts of the world. The room is lighted by a large window at the back, and the walls are hung with pictures and specimens. The visitors are of various ages and appear to be examining the objects with interest.

Fig. 1. Mr. Bowen's Cabinet of Curiosities. Mr. Bowen, the proprietor of the Cabinet, is represented in the centre of the picture, with a pointer in his hand, explaining the curiosities to a party of visitors. The Cabinet is filled with a variety of objects, such as stuffed animals, birds, fishes, reptiles, insects, shells, minerals, and other natural productions, as well as artificial curiosities from different parts of the world. The room is lighted by a large window at the back, and the walls are hung with pictures and specimens. The visitors are of various ages and appear to be examining the objects with interest.

Fig. 2. Mr. Bowen's Cabinet of Curiosities. Mr. Bowen, the proprietor of the Cabinet, is represented in the centre of the picture, with a pointer in his hand, explaining the curiosities to a party of visitors. The Cabinet is filled with a variety of objects, such as stuffed animals, birds, fishes, reptiles, insects, shells, minerals, and other natural productions, as well as artificial curiosities from different parts of the world. The room is lighted by a large window at the back, and the walls are hung with pictures and specimens. The visitors are of various ages and appear to be examining the objects with interest.

ihre rechten Kopfseiten aneinander legen müssen, welche Stellung nicht ganz leicht einzunehmen ist, so erfolgen in der Regel einige vergebliche Begattungsversuche, ohne daß es ihnen gelingt, die Penise gegenseitig in die Vaginen einzuführen (Abb. 370). Hochaufgerichtet und dicht aneinander geschmiegt verharren, wenn ihnen dies gelungen ist, die beiden Schnecken 4—7 Minuten (Abb. 371), worauf sie sich voneinander zu lösen beginnen. Haben sich die Partner voneinander getrennt, so sind sie oft noch längere Zeit durch die Endfäden der Spermatophoren miteinander verbunden; denn sie sitzen einander stundenlang apathisch und fast völlig bewegungslos gegenüber. Nur an dem vorderen, freien Fußabschnitt konstatiert man energische kopfwärts gerichtete Wellenbewegungen, in deren Folge die Spermatophoren vollends in das Rezeptakulum befördert werden. Wenn dies nach 2—4 Stunden vollzogen ist, richten sich die Schnecken auf und kriechen davon.

Charakteristisch ist die völlige Teilnahmlosigkeit der beiden Schnecken während des Begattungsaktes für alle Vorgänge in ihrer Umgebung; sie lassen sich durch Berührung, Wechsel der Belichtung, Veränderung der Stellung und Lage usw. nicht in ihrem Liebesspiel unterbrechen.

Bei diesen zwittrigen Tieren sahen wir bei den Vorbereitungen zum Begattungsakt beide Tiere in gleicher Weise durch den Tastsinn aufeinander einwirkend. Bei getrennt geschlechtlichen Tieren übt in der Regel das Männchen die Bewegungen aus, welche den Tastsinn des Weibchens beeinflussen. Von niederen Tieren wissen wir noch wenig über solche Vorgänge. Wir können aber mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß bei fliegenden Insekten die Bewegungen der sich gegenseitig umflatternden Tiere oder ihre gemeinsame rhythmische Flugbewegung auf Hautsinnesorgane in spezifisch erregender Weise einwirkt. Ich erinnere da nur an die spielenden Flugtänze der Tagfalter, an den Begattungsflug der Libellen usw. Auch ist bei manchen Insekten, z. B. beim Gelbrand (Dytiscus marginalis L.), beobachtet worden, daß die Männchen die Weibchen bei der Begattung aufs eifrigste mit den Fühlern bearbeiten.

Bei den wasserbewohnenden niederen Wirbeltieren spielt sicher der Tastsinn beim Zustandekommen der Begattung eine hervorragende Rolle. Im ersten Bande dieses Werkes wurde schon erwähnt, daß die Organe der Seitenlinie bei Fischen und Wassermolchen es jedenfalls sind, auf welche die eigenartigen Schwimmbewegungen dieser Tiere beim Liebesspiel einwirken. Die vielen exotischen Süßwasserfische, welche heutzutage importiert werden, gestatten es jedem Aquarienliebhaber mit Leichtigkeit jene hundertfältigen Variationen zu beobachten, unter denen das Liebesspiel der Fische abläuft. In der Hauptsache pflegt es in einem Zusammenschwimmen der beiden Geschlechter zu bestehen, wobei die Körper der beiden Partner sich nebeneinander bewegen, so daß sie stets Wasserströmungen erzeugen, welche gegenseitig auf ihre Seitenlinienorgane einwirken müssen. Oft ist aber die Einwirkung auf den mechanischen Sinn eine viel intensivere. Bei den Cyprinodonten, bei den beliebten Aquarienfischen Danio rerio, Poecilia vivipara und vielen anderen sieht man Männchen und Weibchen sich in der Fortpflanzungszeit aufs eifrigste im Wasser umherjagen. In manchen Fällen, so bei Danio rerio, ist beobachtet worden, daß im Anfang das Weibchen es ist, welches das Männchen immer aus seiner behaglichen Ruhe aufstört. Nach einiger Zeit aber ändert sich das Verhältnis, und das Männchen jagt hinter dem Weibchen her, es mit Schwanzschlägen peitschend, es wohl auch beißend und beschädigend. Dieses Begattungsspiel macht oft mehr den Eindruck eines Kampfes, einer Rauferei; denn das Weibchen erwidert vielfach die Zudringlichkeiten des Männchens mit gleicher Münze. Man hat schließlich den Eindruck, als werde dem Weibchen Gewalt angetan, wenn es zulassen

Digitized by Google

Fig. 57.—Sea-gull (*Larus argentatus*) with young. Photographed by Mr. Oliver G. Pike, F.Z.S., at the Farne Islands, Northumberland.

of the Farne Islands, Northumberland, and the Bass Rock, in the Firth of Forth, are the most famous breeding-places of the Gannet in the British Islands. Here, on the ledges of the cliffs, the birds build their nests of seaweed, and lay their single egg. The young bird is at first covered with down, but soon acquires a plumage of dark brown, which it retains for two years. Then it becomes white, with black wing-tips, and in the fourth year it is fully adult, with white plumage and yellow head.

The Gannet is a magnificent flier, and is often seen at a great distance from land. It feeds on fish, which it catches by plunging into the water from a height of thirty or forty feet. Its eyesight is extraordinarily keen, and it can see a fish swimming at a depth of many feet. Its nostrils are closed, so that it cannot breathe when under water.

The Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) is a large bird, measuring about three feet in length, and is found on the coasts of Europe, Asia, and North America. It is a powerful flier, and a good swimmer and diver. It feeds on fish, which it pursues under water, and is said to be able to remain submerged for as much as a minute and a half. It builds its nest on the ledges of cliffs, and lays three or four eggs. The young are at first covered with down, and afterwards with a plumage of dark brown, which they retain for two years. Then they become black, with white patches on the head and thighs, and in the fourth year they are fully adult, with black plumage and white head.

The Shag (*Phalacrocorax graculus*) is smaller than the Cormorant, and has a green instead of a white patch on the head. It is found on the coasts of Europe, and builds its nest on the ledges of cliffs. It lays three or four eggs, and the young are at first covered with down, and afterwards with a plumage of dark brown, which they retain for two years. Then they become black, with green patches on the head and thighs, and in the fourth year they are fully adult, with black plumage and green head.

The Sea-gulls (*Larus*) are a large group of birds, found on the coasts of all parts of the world. They are strong fliers, and feed on fish, which they catch by plunging into the water from a height of a few feet. They build their nests on the ground, and lay three eggs. The young are at first covered with down, and afterwards with a plumage of dark brown, which they retain for two years. Then they become white, with black wing-tips, and in the fourth year they are fully adult, with white plumage and yellow head.

The Herring-gull (*Larus argentatus*) is the largest of the Sea-gulls, measuring about two feet in length. It is found on the coasts of Europe, Asia, and North America. It builds its nest on the ground, and lays three eggs. The young are at first covered with down, and afterwards with a plumage of dark brown, which they retain for two years. Then they become white, with black wing-tips, and in the fourth year they are fully adult, with white plumage and yellow head.

The Kittiwake (*Rissa tridactyla*) is a smaller Sea-gull, measuring about one foot in length. It is found on the coasts of Europe, Asia, and North America. It builds its nest on the ledges of cliffs, and lays three eggs. The young are at first covered with down, and afterwards with a plumage of dark brown, which they retain for two years. Then they become white, with black wing-tips, and in the fourth year they are fully adult, with white plumage and yellow head.

The Terns (*Sterna*) are a group of birds, found on the coasts of all parts of the world. They are strong fliers, and feed on fish, which they catch by plunging into the water from a height of a few feet. They build their nests on the ground, and lay three eggs. The young are at first covered with down, and afterwards with a plumage of dark brown, which they retain for two years. Then they become white, with black wing-tips, and in the fourth year they are fully adult, with white plumage and yellow head.

The Common Tern (*Sterna hirundo*) is found on the coasts of Europe, Asia, and North America. It builds its nest on the ground, and lays three eggs. The young are at first covered with down, and afterwards with a plumage of dark brown, which they retain for two years. Then they become white, with black wing-tips, and in the fourth year they are fully adult, with white plumage and yellow head.

The Arctic Tern (*Sterna macrura*) is found on the coasts of Europe, Asia, and North America. It builds its nest on the ground, and lays three eggs. The young are at first covered with down, and afterwards with a plumage of dark brown, which they retain for two years. Then they become white, with black wing-tips, and in the fourth year they are fully adult, with white plumage and yellow head.

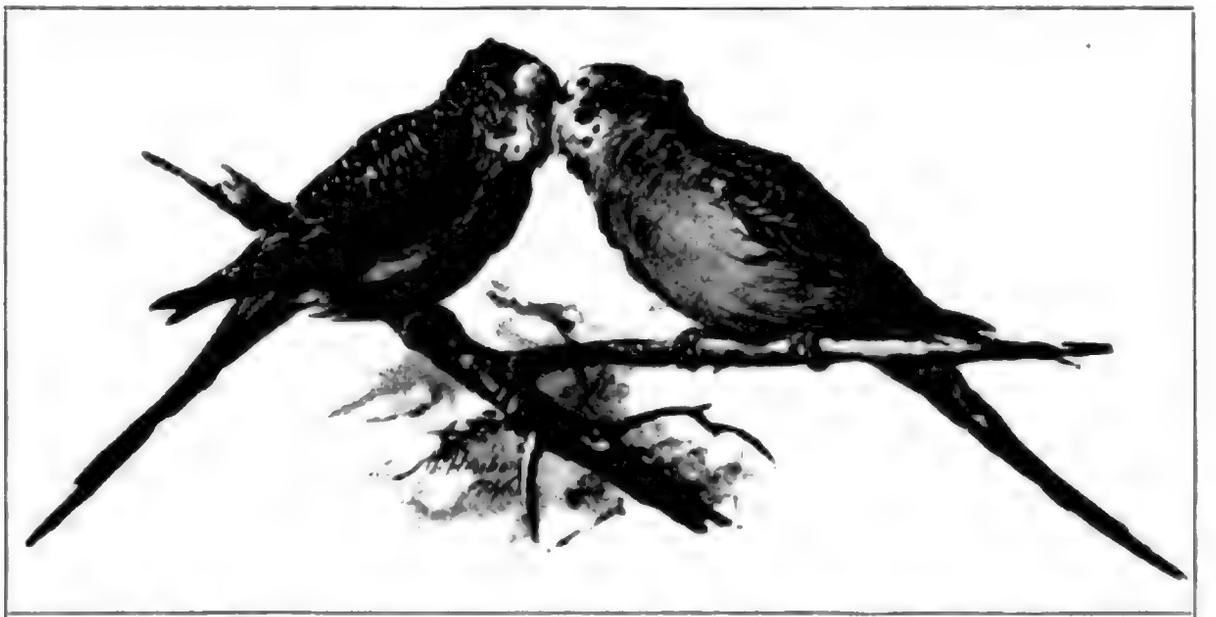


Abb. 373. Wellensittiche (Melopsittacus undulatus) schnäbelnd. Orig. nach der Natur.

worden, daß die Männchen sich an den Weibchen reiben und entlangstreifen, sowie daß sie ihnen das Gesicht ablecken. Das Lecken der Hunde ist allbekannt.

Viel schwerer ist die Bedeutung der chemischen Sinne für das Zustandekommen der geschlechtlichen Erregung zu beurteilen. Wir haben oben schon gesehen, daß sie jedenfalls eine wichtige Rolle beim Zusammenführen der Geschlechter spielen. Daß sie aber auch beim Geschlechtsakt selbst von Bedeutung sind, dürfen wir schon aus der Tatsache schließen, daß vielfach Geruchsstoffe produzierende Drüsen bei den Tieren sich in unmittelbarer Nachbarschaft der Geschlechtsteile befinden. Diese Drüsen sezernieren für gewöhnlich nur in geringem Maße oder gar nicht, während zur Fortpflanzungszeit ihre Produkte in großer Menge erzeugt werden und zum Teil Wirkungen haben, welche auch unseren Geruchsorganen zugänglich sind.

Wir haben schon oben erwähnt (S. 433), daß wir bei vielen niederen Tieren die Entleerung der Geschlechtsprodukte auf die Wirkung solcher chemischer Einflüsse zurückführen müssen. Die Duftapparate, welche bei Schmetterlingen und Käfern durch Fernwirkung die Geschlechter zusammenführen, tragen offenbar auch in der Nähe zur Erhöhung der Erregung bei. Sehr wichtig ist in diesem Zusammenhang eine Beobachtung von Herrick, welcher beim Seidenspinner feststellte, daß die an der Vagina des Weibchens befindlichen Drüsen eine starke Wirkung auf das Männchen ausüben. Schnitt er sie aus dem Körper des Weibchens heraus, so suchte das Männchen mit den Gewebestücken die Begattung durchzuführen, während es den danebenliegenden Körper des Weibchens unbeachtet ließ. Blunck fand beim Gelbrand (Dytiscus marginalis L.) alle Anzeichen dafür, daß das Weibchen mit Hilfe des Geruchssinns definitiv erkannt wird. Der männliche Käfer stürzt sich oft auf andere Männchen oder auf Angehörige anderer Arten, die er besteigt und dann mit den Fühlern, den Trägern des Geruchssinnes, eifrig betastet. Ist es nicht ein zugehöriges Weibchen, so läßt die Erregung bald nach und es wird verlassen. Bei manchen Käfern drängen sich die durch den Geruch angelockten Männchen so um die Weibchen, daß z. B. bei Telephorus rufus durch Heger beobachtet wurde, daß zwei Männchen gleichzeitig ihre Kopulationsorgane in die Genitalöffnung eines Weibchens schoben. Andererseits scheint der Stoff, der den Duftapparaten der Insektenmännchen entströmt, die Weibchen gefügig zu machen.

Digitized by Google

Fig. 2.1 Ferrocerium rod and striker.

Ferrocerium and Magnesium

Ferrocerium is a pyrophoric alloy of iron and cerium, usually with other elements added to modify its properties. Ferrocerium rods are commonly used in lighters and survival kits. Striking the rod with a hard, sharp edge produces a shower of sparks hot enough to ignite tinder. Magnesium is a highly flammable metal that burns with a bright white flame. Shaved magnesium shavings can be ignited with a ferrocerium rod and used to start a fire in damp conditions.

Flint and Steel

Flint and steel is the traditional method of striking sparks. A piece of high-carbon steel is struck against flint or chert, producing sparks that are caught on tinder. This method requires practice but is reliable and does not depend on fuel or batteries.

Lighters

Disposable butane lighters are the most convenient ignition source. They should be tested before use and kept away from heat and direct sunlight. Refillable lighters are more durable but require fuel.

Matches

Waterproof matches are useful but should be treated as a backup rather than a primary ignition source. Strike-anywhere matches are more reliable than safety matches.

Solar Ignition

A magnifying lens can concentrate sunlight to ignite tinder. This method requires clear skies and a steady hand.

Chemical Ignition

Potassium permanganate and glycerin can be mixed to produce a chemical reaction that ignites. This method is unreliable and should be practiced before relying on it.

Bow Drill

The bow drill is the most reliable friction method. A bow is used to spin a spindle against a fireboard, creating a hot ember that is transferred to tinder.

Hand Drill

The hand drill is the simplest friction method. A spindle is rolled between the palms against a fireboard. It is slow and tiring but requires no tools.

Fire Plough

The fire plough rubs a hardwood stick back and forth in a groove in a softwood board. It is the least reliable friction method.

hört man vor allem in der Paarungszeit. Wir werden unten S. 511 hervorzuheben haben, daß exakte Untersuchungen die Bedeutung der Stimme der Amphibien für das Geschlechtsleben erwiesen haben.

Unter den Reptilien sind es namentlich Krokodile und Schildkröten, bei denen zur Paarungszeit Erzeugung von Tönen beobachtet wird, doch sind auch Chamäleons und vor allem Geckos stimmbegabt. Das Gebrüll der Krokodile zur Nachtzeit auf den Sandbänken soll einen ganz seltsamen Eindruck machen. Die Alligatoren machen unter lautem Brüllen seltsame Evolutionen im Wasser vor den Weibchen, wobei sie sich um ihre Längsachse wirbeln, den Kopf und Schwanz hoch strecken und den Körper so stark wie möglich aufblasen. Zu gleicher Zeit strömen die obenerwähnten Moschusdrüsen ihren intensiven Geruch aus. Schildkrötenmännchen, z. B. von Testudo graeca, Emys europaea L., der asiatischen Gattung Nicoria zischen und pfeifen in eigenartiger Weise, wenn sie die Weibchen verfolgen. Bei den Männchen der Riesenlandschildkröten der Galapagosinseln gleicht die Stimme einem rauhen Geheul oder Gebell, das auf Hunderte von Metern vernehmbar ist. Sehr merkwürdig ist die erst neuerdings entdeckte Fähigkeit der Männchen der nordamerikanischen Schildkröten aus der Gattung Cinosternum, die man in ihrer Heimat infolge der Wirkung ihrer Stinkdrüsen als „Stinktöpfe" bezeichnet, in ähnlicher Weise wie die Heuschrecken Töne zu erzeugen. Sie besitzen auf den Hinterbeinen zwei Reihen von Horntuberkeln, welche aneinander gerieben, ein weithin hörbares Zirpen hervorrufen. Da sie bloß bei den Männchen vorkommen, ist an ihrer sexuellen Bedeutung wohl nicht zu zweifeln. Die einzigen Wirbeltiere, die sonst noch in ähnlicher Weise Töne erzeugen, sind Geckos aus den Gattungen Teratoscincus und Ptenopus, bei denen beide Geschlechter durch Aneinanderreiben der hornigen Schuppenringe am Schwanz zu zirpen vermögen. Bei ihnen soll vielleicht diese Tonerzeugung zur Anlockung von Heuschrecken und Grillen, ihrer Nahrung, dienen.

Die eigenartigste und reizvollste Entwicklung hat die Beziehung der Stimmbildung zum Geschlechtsleben bei den Vögeln erfahren. Die Vögel bringen die für sie charakteristischen Laute nicht mit dem oberen Kehlkopf hervor wie die stimmbegabten Reptilien und Säugetiere. Sie haben vielmehr ein zweites Kehlkopfgebilde, die sog. Syrinx, an der Stelle, wo sich die Luftröhre in die zwei Lungenbronchien gabelt. Hier ist das Skelett in eigenartiger Weise umgebildet, Stimmbänder sind vorhanden, und eine besondere Muskulatur bringt die notwendigen Bewegungen hervor (Abb. 375). Diese Syrinx ist nun bei den Vögeln in beiden Geschlechtern ausgebildet, wie denn auch beide Geschlechter stimmbegabt sind. Aber bei denjenigen Vögeln, bei denen die Stimme im Geschlechtsleben eine besondere Rolle spielt, besonders bei den Singvögeln, zeigt die Syrinx des Männchens einen komplizierten Bau, und besitzt allein das Männchen die

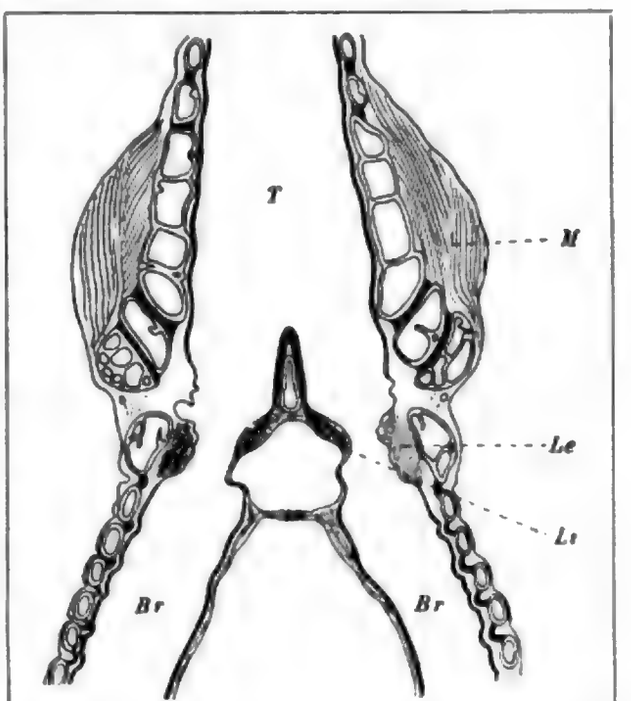


Abb. 375. Durchschnitt durch die Syrinx einer männlichen Amsel (Turdus merula L.).
T Trachea (Luftröhre); *Br* Bronchien; *M* Singmuskeln; *Li—Le* innere und äußere Stimmlippen.
Vergr. ca. 15 mal. Nach Häcker.

Digitized by Google

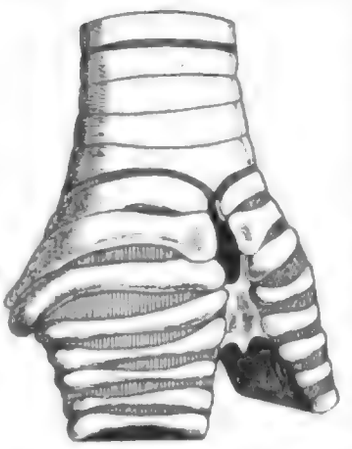


Abb. 576. Syrinxskelett der Elster (Pica caudata). Die Knorpelringe in ihrer eigenartigen Anordnung sind deutlich erkennbar. Vergr. ca. 15 mal. Nach Haecker.

vollendete Singfähigkeit. Wir dürfen wohl annehmen, daß die Stimme bei den Vögeln zunächst ein Hilfsmittel darstellt, mit dessen Hilfe die Individuen der gleichen Art sich untereinander erkennen und gegenseitig auffinden. Die leichtbeschwingten Vögel brauchen besondere Hilfsmittel, um nicht von den Luftströmungen „in alle Winde" verstreut zu werden. Sie brauchen sie um so mehr, je mehr sie gesellige Neigungen haben, was für sehr viele unserer Singvögel zutrifft, welche wenigstens zeitweise in kleineren oder größeren Verbänden zu leben pflegen. Den Charakter als Locktöne und überhaupt als Hilfsmittel zur gegenseitigen Verständigung behalten die hervorgebrachten Laute auch bei den besten Sängern, wie wir aus ihrem Verhalten bei der Brutpflege, bei der Erziehung der Nachkommenschaft, beim Wanderzug usw. entnehmen können.

Einen hochentwickelten, wohllautenden Gesang besitzen nur binnenländische Vögel, vor allem die Angehörigen der Ordnung der Singvögel. Die Wasservögel, besonders die Meeresvögel, haben fast alle rauhe, schrille oder sonstwie für unser Ohr mißlautende Schreie. Manche binnenländische Wasser- und Sumpfvögel haben immerhin einigermaßen melodische Stimmen.

Bei den Seevögeln und den Tagraubvögeln finden wir vielfach noch keine wesentliche Differenz zwischen den gewöhnlichen Lockrufen und denjenigen Lauten, welche zur Paarungszeit produziert werden. Auch sind die Rufe der beiden Geschlechter nicht erheblich verschieden. Letzteres gilt z. B. auch für die Rabenvögel, unter denen sich die Spezialisierung besonderer sexueller Stimmentwicklung anzubahnen beginnt, indem z. B. Elstern und Häher in der Paarungszeit eigenartige, geschwätzartige Gesangsformen zum besten geben. Bei den Spechten ist der Unterschied zwischen den gewöhnlichen Lockrufen und jenen, welche in der Paarungszeit Männchen und Weibchen voneinander scharf unterscheiden, schon deutlich erkennbar. Bei ihnen wie bei den Kuckucken sind sexuelle Laute sowohl bei der Paarung als auch während des eigentlichen Begattungsvorganges zu hören. Rallen und Regenpfeifer haben vielfach nur einen einzigen Ton, den sie bei allen möglichen Gelegenheiten, zu allen möglichen Zwecken verwenden. Doch zeigt sich hier schon eine weitgehende Spezialisierung, „indem der eigentliche Grundlaut je nach dem Affekte, der ihn hervorruft, jedesmal in bestimmt modulierter Weise reproduziert wird." (Häcker.) Die Stimme des Flußuferläufers (Actitis hypoleucos) z. B. besteht nur aus einem hellen, zarten, sehr hohen Pfeifen. Hididi, hididi ruft der Vogel, einerlei, ob er seine Jungen warnen, seine eigene Angst ausdrücken, sein Weibchen locken will. Die Dunenjungen, die Weibchen, die Männchen haben denselben Ruf. Aber wie verschieden moduliert kann er sein! Obwohl er stets aus denselben Elementen besteht, muß der Ruf jeweils ganz verschieden auf das Ohr wirken, für das er bestimmt ist. Wie ganz anders klang der langgedehnte Warnungsruf auf den kiesigen Inseln des Lech, wo ich ihn öfter hörte, zur Zeit, wo die Brut ausschlüpfte, als einige Wochen vorher, während der Begattungszeit, das hohe, helle, rasche titihidi des Männchens.

Unter den eigentlichen Singvögeln finden wir eine fortschreitende Entwicklung zu einem immer komplizierteren und auch für unser Ohr wohllautenden Gesang. Vielfach gleicht er noch dem Lockton oder einfachen Paarungsruf, oft ist er von jenem ganz verschieden. Paarungsruf und Gesang werden während der Paarungszeit oft untermischt ge-

Digitized by Google

hört und spielen offenbar beide eine Rolle beim Zustandekommen der geschlechtlichen Erregung.

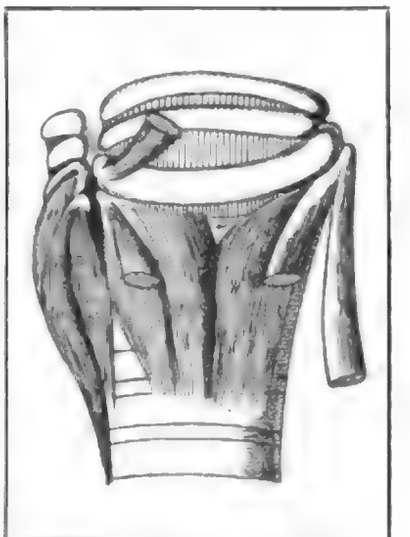


Abb. 377. Syringmuskulatur der Rabenkrähe (Corvus corone L.). Von der Seite gesehen. Vergr. ca. 15 mal. Nach Haecker.

Außer dem Lockton und dem eigentlichen Gesang finden wir bei den Singvögeln eine ganze Anzahl von verschiedenen Rufen, die wohl voneinander unterscheidbar sind und verschiedene Bedeutung haben. Sie sind gewöhnlich bei den verschiedenen Arten einer Gattung oder Familie in paralleler Ausbildung nachzuweisen. Unsere einheimischen Finken haben z. B. außer ihrem Hauptlockton einen besonderen Ruf beim Auffliegen und im Flug und einen Warnungsruf. Unsere Schwarzamsel (Turdus merula L.) hat nach Naumann fünf verschiedene Rufe. Wenn die auf Bäumen oder Sträuchern sitzenden oder umherflatternden Amseln sich gegenseitig anrufen, so verwenden sie ihren gewöhnlichen Lockton, der aus einem trillernden „Sfrii" oder „Sfrisfrii" besteht. In denselben Situationen kann man sie als zweiten Ruf ein tiefes, hohles und dumpfes „tacktack" oder „tucktuck" erschallen hören. Das laute, hohe „tix tix tix tix tix tix" ist ein Warnungsruf, der bei sich nähernder Gefahr ausgestoßen wird. Wenn dann die Amseln die Flucht ergreifen, oder wenn eine plötzliche Gefahr sie schreckt, so stoßen sie ein durchdringendes, hastiges „gaigiggigigi gaigiggiggiggi" aus. Ihr fünfter Ruf ist ein oft minutenlang wiederholtes „tix", den sie abends hören lassen, wenn sie aufhören zu singen, sich an die Schlafplätze oder zur Tränke begeben.

Ein Lockruf, der oft wiederholt wird, besonders stark betont ist oder sehr laut erschallt, ist bei manchen Vögeln die einzige Besonderheit der Stimmentwicklung in der Paarungszeit. Eine Anzahl von Wasservögeln und vor allem die Singvögel lassen aber besondere Töne ausschließlich in der Fortpflanzungszeit vernehmen. Da finden wir denn schon, daß diese Töne vielfach nur von Männchen hervorgebracht werden, oder daß deren Töne doch gegenüber denjenigen der Weibchen komplizierter sind. Oft handelt es sich dabei nur um einen besonderen Lockruf, den man dann als den Paarungs- oder Frühlingsruf bezeichnet. Solche Paarungsrufe gibt es bei manchen Finken- und Meisenarten. Eine gewisse Art von Gesang entsteht bei manchen Vögeln durch mehrmalige Wiederholung des Lockrufs. Doch ist dabei in der Regel der einzelne Ton kräftiger und voller als beim gewöhnlichen Lockruf. Ein Beispiel hierfür sind unsere Spechte. Bei Regenpfeifern, Strandläufern und Flußtauchern wiederholen sich die einzelnen Töne so rasch, daß das Ganze wie ein Triller wirkt.

Die einfachsten Formen eigentlichen Gesanges bezeichnen wir im Anschluß an Häcker, dem wir überhaupt bei dieser ganzen Darstellung folgen, als Geschwätze. Sie bestehen aus einer Aneinanderreihung ganz verschiedenartiger Laute. Oft, wie z. B. beim Eichelhäher, sind diese Laute gurgelnd, pfeifend, kratzend und kreischend, wobei dann der Vogel, geleitet von seinem Nachahmungstrieb, alle möglichen Laute einflicht, indem er z. B. das Gackern einer Henne, das Wiehern eines Füllens, das Kreischen einer Säge nachahmt. Singvögel, wie z. B. die amerikanische Spottdrossel, manche Laubenvögel (vgl. S. 458) oder unsere einheimischen Würgerarten, vor allem der Neuntöter (Lanius collurio L.) fügen ihrem Gesang die nachgeahmten Stimmen aller möglichen anderen Vögel ein, so diejenigen der Feldlerchen, der Grasmücken, Finken usw. (vgl. auch das unten S. 458 über den Gesang der australischen Laubenvögel Gesagte). Was diese sogenannten Geschwätze von dem eigentlichen Schlag, der höchststehenden Form des Vogelgesanges unterscheidet, das ist der Mangel

Digitized by Google

eines bestimmten Rhythmus. Sogar ohne Entwicklung zu einer rhythmischen Form kann der Vogelgesang auch für unser Ohr schön und wohllautend sein. So ist das Lied der Gartengrasmücke (Sylvia hortensis) eine einfache Aneinanderreihung von flötenden Tönen. Der Schlag, der höchstentwickelte Typus des Vogelgesanges, besteht aus einer oder mehreren Reihen von wohlgesonderten Tönen, die eine bestimmte Tonhöhe und Klangfarbe besitzen. Diese Reihen, die sich in einem bestimmten Rhythmus wiederholen, bezeichnen wir als die Strophen des Vogelschlages. Ein Schlag kann aus einer oder mehreren Strophen bestehen.

So ist der Gesang des Buchfinken einstrophig, und zwar besteht die Strophe aus etwa zehn Silben, die man etwa als eine Eingangsfigur, einen Triller und eine Schlußschleife bezeichnen kann. Naumann hat z. B. versucht, die Strophe des Buchfinken durch folgende Silben wiederzugeben: „Tititi tütütüt aschitzkebier oder klingklingklingrrrrraschitzkebier."

Mehrstrophig ist der Gesang der Singdrossel; er besteht aus stark gesonderten Strophen von großer Mannigfaltigkeit, die in der Regel zwei- bis fünfmal wiederholt werden. Ausgezeichnet sind sie durch prachtvoll flötende Töne. Das Beispiel eines Drosselgesanges in der Beschreibung nach Naumann geben folgende Silben: „Tratü tratü — tratü — — kudühb kudühb kudühb ügügög ügügög."

Jedermann von uns kennt den Gesang der Schwarzamsel, der in eigentümlicher Weise eine Fortbildung des Drosselgesangs darstellt, der aber durch einige zirpende und heisere Töne etwas verunstaltet wird. Den kompliziertesten und wohl auch schönsten Gesang lassen die Nachtigallen (Luscinia philomela) und der Sprosser (Luscinia maior) ertönen. Es ist dies ein vielstrophiger, oft sehr komplizierter Gesang.

Der Gesang ist eine ererbte Eigentümlichkeit der Vögel. Nicht nur die Fähigkeit des Singens und der Trieb hierzu, sondern auch der Charakter des der Art eigentümlichen Gesanges ist ihnen durch Vererbung übermittelt. Junge Vögel, welche isoliert von alten der gleichen Art aufgezogen werden, vermögen dennoch den für die Art charakteristischen Gesang hervorzubringen. Allerdings wird er durch Übung und durch nachahmende Erlernung ausgebildet und vervollkommnet. Nicht nur, daß manche Vögel im Anfang des Frühlings weniger vollkommen singen als im weiteren Verlauf desselben. Wir finden auch, daß je nach den Gegenden der Schlag der gleichen Vogelart variiert. So ist es bekannt, daß jede Gegend ihren eigenen Finkenschlag besitzt, und aus gewissen Gegenden Thüringens wird berichtet, daß dort die Buchfinken ganz besonders schön singen. Die jungen Vögel scheinen zum Teil durch Unterricht der Eltern zu lernen und so ihren Gesang zu vervollkommnen, und so wie wir vorhin gehört haben, daß viele Vögel den Gesang anderer oder in der Natur hörbare Laute nachahmen, so sind auch manche guten Sänger, wie z. B. Kanarienvögel und Dompfaffen, imstande, in der Gefangenschaft von ihrem Herrn vorgepfiffene Melodien anzunehmen. Ich habe selbst einmal Gelegenheit gehabt, zu beobachten, daß eine in einem Landhaus am Waldrand aufgezogene Kanarienvogelbrut die Stimmen der dort vorkommenden Waldvögel in ganz auffallender Weise erlernte. Das hohe Alter, welches viele Vögel erreichen, bringt für manche Individuen die Möglichkeit mit sich, lange Zeit zu lernen, sich zu vervollkommnen, aber auch auf andere einzuwirken.

Wer den Gesang der Vögel einigermaßen beobachtet hat, wird nicht im Zweifel darüber sein, daß er in einem engen Verhältnis zum Geschlechtsleben dieser Tiere steht.

Schon die Tatsache, daß viele Vögel, wie z. B. unsere Goldammern, die Amseln, Drosseln, Spechtmeisen, Grün- und Grauspechte, ihren Paarungsruf laut und durchdringend von exponierten Punkten, also z. B. vom Gipfel eines Baumes aus erschallen lassen, zeigt, daß der Vogel auf sich aufmerksam machen, oder mit anderen Worten, ein

Digitized by Google

Weibchen anlocken will. Viele Singvögel kommen beim Frühjahrszug vor den Weibchen an, nehmen ihre zukünftigen Wohnplätze ein und locken durch ihren Gesang die Weibchen zu denselben hin. Naumann hat hervorgehoben, daß die im Frühjahr ankommenden Nachtigallenmännchen beinahe alle des Nachts singen, um die später ankommenden bei Nacht reisenden Weibchen anzulocken. Aber der Gesang hat offenbar nicht nur seine Bedeutung beim Zusammenführen der Pärchen, sondern er spielt auch eine wesentliche Rolle bei der Steigerung der geschlechtlichen Erregung vor der eigentlichen Paarung. Vielfach werden durch den Ruf des Männchens Antwortrufe des Weibchens ausgelöst. Leicht ist z. B., bei den Grasmücken das Rufen und Antworten der beiden Geschlechter, jene zärtlichen, flüsternden Laute zu beobachten. Am überzeugendsten für die Bedeutung des Rufes für die geschlechtliche Erregung ist die Beobachtung des Paarungsvorganges bei den Kuckucken. Wenn die Kuckucke durch fortgesetztes Rufen ihre Weibchen in größere Nähe gelockt haben, so hört man das eigentümliche Gekicher der letzteren. Und wenn der männliche Kuckuck den dreisilbigen Ruf „Kuckuckuck" ertönen läßt und gleichzeitig das Gekicher des Weibchens erschallt, so kann man die Vögel sich umflattern sehen, man hört ihren Flügelschlag, bemerkt das Rauschen in den Blättern und erkennt, daß sie sich gegenseitig gefunden haben.

Ein weiterer Beweis dafür, daß der Gesang im geschlechtlichen Leben der Vögel eine wichtige Rolle zu spielen hat, liegt in der Tatsache, daß er bei einer ganzen Reihe von Vögeln durch andere Sorten von „Musik" ersetzt ist. Ich erinnere nur an das Klappern der Störche, welches ebenso wie die Singfähigkeit eine vielfältige Bedeutung im Vogelleben besitzt. Ein Storch klappert, um alle möglichen Affekte damit auszudrücken: die Jungen im Nest z. B., wenn sie Hunger haben, und wenn die Alten mit der Beute ihnen nahen; bei freudiger Erregung, bei Zorn, bei Angst ertönt das Klappern, und wie die Singvögel auf dem Zug ihre Lockrufe erschallen lassen, so klappern die Störche auf ihrer Wanderung. Die Spechte üben während der Begattungszeit im Frühjahr ganz eigentümliche Künste aus. Nur im Frühjahr und nur vom Männchen wird eine besondere Sorte von Musik hervorgebracht. Der Specht hängt sich dann an einen dürren Ast und hämmert mit seinem Schnabel sehr fest und rasch gegen denselben. Dieser gerät nun selbst in eine schwingende Bewegung, wodurch die Schläge verdoppelt werden. Dadurch entsteht ein weithin hörbarer schnurrender Ton, der je nach der Größe und Schnabelform der betreffenden Spechtart einen andern Klang besitzt. Bei den Bekassinen wird ein eigentümliches Meckern durch den Widerstand, den die Luft beim Flug an absonderlich geformten Schwanzfedern findet, hervorgerufen. Dieses merkwürdige Geräusch ersetzt bei diesen Tieren den Paarungsruf. Wieder bei anderen Vögeln finden wir die Syrinx schwach ausgebildet und trotzdem die Fähigkeit zur Erzeugung einer eigenartigen und lauten Musik. So ist der Paarungsruf der Rohrdommeln und ihrer Verwandten ein lautes Brüllen, welches durch den mit Luft vollgepumpten, sehr erweiterungsfähigen Ösophagus erzeugt wird. Bei anderen Formen, wie bei dem Emu, Schwänen und Kranichen ist die Luftröhre enorm verlängert und zum Teil erweitert. Sie liegt dann oft in Schlingen aufgewunden in besonderen Aushöhlungen des Brustbeines. Durch sie wird der Stimme eine ganz besondere Resonanz verliehen. Ganz besonders eindrucksvoll soll nach Hudson die Musik sein, welche Chauna chavaria, die Chakra (Abb. 393 S. 493) in Südamerika, erzeugt, wobei hervorzuheben ist, daß dieser große Vogel seine Konzerte oft in Flügen von vielen Tausenden von Exemplaren gibt. Chöre von je 500—600 Exemplaren wechseln dabei in einer strengen Regelmäßigkeit miteinander ab.

Vor allem wird uns aber die Bedeutung der Vogelstimmen im Geschlechtsleben einleuchten, wenn wir sehen, in welcher eigenartigen Weise die Anwendung der Stimme oft

Digitized by Google

mit anderen Bewerbungskünsten kombiniert ist. Wir werden sehen, daß gleichzeitig mit der Einwirkung auf das Ohr auch eine Beeinflussung des Auges des anderen Geschlechtes in vielen Fällen stattfindet. Zwar ist hervorzuheben, daß vielfach die besten Sänger, d. h. also wohl diejenigen Vögel, deren Stimme die größte Wirkung auszuüben vermag, ein unscheinbares, farbloses Gefieder besitzen. Doch gilt dies nicht durchaus. Die Pirole z. B. vereinigen mit einer wohllautenden, weithin hörbaren Stimme das auffällige, goldgelbe Gefieder. Immerhin ist es richtig, daß hervorragende Sänger, wie die Nachtigallen und Sprosser, ein bescheidenes Kleid tragen. Das stimmt auch gut überein mit dem allgemein in der Natur durchgeführten Prinzip der Sparsamkeit. Im Zusammenhang damit sei auch darauf hingewiesen, daß die Mehrzahl der Beobachter den Gesang der Vögel der nordischen Gebiete der Erde, also vor allem von Europa, Nordamerika und Nordasien, demjenigen der tropischen Vögel für weit überlegen hält. Es ist ja wohl anzunehmen, daß ein solches Urteil vom subjektiven Geschmack des jeweiligen Beobachters abhängt. Ich selbst hatte den Eindruck, daß auch in den Tropen viele reizvolle Sänger in der Vogelwelt existieren. Immerhin kann zugegeben werden, daß auch dort die besten Sänger im feuchten Dunkel des Urwaldes oder in den nebligen Gebieten der Gebirge vorkommen, und es mag sein, daß im hellen Licht der Tropen vorzugsweise die Farbenpracht der Vögel zur Geltung kam, so daß eine höhere Entfaltung des Gesanges dort keine zwingende Notwendigkeit war.

Daß die Stimme auch im Geschlechtsleben der Säugetiere eine Rolle spielt, ist jedermann bekannt, der einmal das Singen und Heulen eines verliebten Katers mitangehört hat. Die Jagdmethode vieler Jäger besteht darin, daß sie den Lockruf des Weibchens ertönen lassen, so z. B. das Fippen des Rehes, auf welches das Männchen, während es sich nähert, antwortet. Wie bei den Vögeln, so sehen wir auch bei vielen Säugetieren die Männchen geneigt, in der Begattungszeit Laute, die auch sonst von ihnen als Ausdruck verschiedenartiger Affekte ausgestoßen werden, mit besonderer Intensität zu produzieren. Ich erwähne nur den Brunstschrei der Hirsche, das Wiehern der Pferde, das Schreien der Esel. Und um auch die höchststehenden Tiere zu erwähnen, so sei auf das Brüllen vieler Affenarten hingewiesen. Bei den südamerikanischen Brüllaffen ist das Zungenbein zu einem merkwürdigen Resonanzorgan umgebildet, das in seiner Vollkommenheit nur dem Männchen eigentümlich ist. Das Vorkommen ausschließlich im männlichen Geschlecht, bzw. die viel mächtigere und kompliziertere Bildung bei demselben, weist schon auf eine Beziehung zum Geschlechtsleben hin. Kehlsäcke kommen auch bei Menschenaffen vor, so beim männlichen Orang-Utan. Unter den Gibbons ist besonders der Siamang auf Sumatra erwähnenswert, dessen Männchen Laute hervorbringt, die man direkt als einen Gesang bezeichnen kann; er reiht eine Folge von Tönen aneinander, welche eine chromatische Tonleiter von elf Tönen darstellt, die herauf- und heruntergesungen wird, und die mit melodischem Klang weithin den Wald erfüllt. Vom Siamang schreibt z. B. Selenka: „Einige alte Männchen beginnen den Reigengesang in vereinzelten, sehr tiefen, glockenähnlichen Tönen, dann setzen die Weibchen und jüngeren Tiere ein mit einem regelrechten, schmetternden, hohen Juchzer, „juhhh", dem sich ein überlautes, hochtöniges Gelächter anschließt, in immer leiseren Tönen verklingend."

Was uns noch weiterhin veranlassen muß, die beschriebenen Lautäußerungen der Tiere mit dem Geschlechtsleben in Verbindung zu bringen, das ist, wie gesagt, die Tatsache, daß sie oft in eigenartiger Weise mit Einwirkungen auf den Gesichtssinn kombiniert sind. Bei vielen Tieren sind Männchen und Weibchen in Form und Färbung auffallend voneinander verschieden. Diese Verschiedenheit hat unzweifelhaft ihre Ursache in der verschiedenen Kon-

Digitized by Google

ſtitution beider Geſchlechter. Sie iſt zum Teil durch Vererbung feſtgelegt und von den erſten Schritten der Embryonalentwicklung an erkennbar; vielfach tritt ſie erſt deutlich in Erſcheinung, wenn die Geſchlechtsdrüſen der betreffenden Individuen ſich entwickeln; wir haben wohl dann ein Recht, die betreffenden Unterſchiede in vielen Fällen auf eine innere Sekretion der Geſchlechtsdrüſen zurückzuführen. So ſehen wir zunächſt viele Tiere nur während der Fortpflanzungszeit in den beiden Geſchlechtern durch Verſchiedenheit in der Färbung voneinander abweichen. Wir ſprechen dann von Hochzeitskleidern der betreffenden Arten und ſehen ſie meiſtens im männlichen Geſchlecht in beſonders auffallender Weiſe ausgebildet. Wenn auch Färbungsunterſchiede zwiſchen Männchen und Weibchen bei niederen Tieren vorkommen, ſo gelangt eine beſondere Prunkfärbung der Männchen doch erſt bei höheren Tieren, beſonders bei Wirbeltieren, zur vollen Entfaltung. Nehmen wir daher auch an, daß die verſchiedene Färbung der beiden Geſchlechter zunächſt durch deren Konſtitution ohne Beziehung auf einen Zweck veranlaßt iſt, ſo weiſen uns doch manche Tatſachen darauf hin, daß ſie ſekundär in eine wichtige Beziehung zum Geſchlechtsleben getreten iſt. Jene höheren Tiere, bei denen beſondere Auszeichnungen der Geſchlechter in Farbe und Form uns entgegentreten, ſind ſamt und ſonders Tiere mit hochentwickelten Augen. Für die wirbelloſen Tiere und die Fiſche iſt neuerdings durch Heß die Fähigkeit zur Farbenunterſcheidung beſtritten worden. Mir ſcheinen ſeine Verſuche nicht abſolut beweiſend zu ſein, da meine eigenen Erfahrungen mir für eine Fähigkeit zur Farbenunterſcheidung jedenfalls bei allen höheren Wirbeltieren, bei vielen Knochenfiſchen und jedenfalls bei den höheren Gliedertieren zu ſprechen ſcheinen. Die neueren Unterſuchungen von v. Frisch ſcheinen mir meine Bedenken gegen die Deutungen von Heß vollkommen zu rechtfertigen. Wir dürfen alſo annehmen, daß die genannten Tiergruppen imſtande ſind, in irgendeiner Weiſe die die Geſchlechter unterſcheidenden Merkmale mit den Lichtſinnesorganen wahrzunehmen, und die Art und Weiſe, wie die Prunkfarben vielfach zur Schau getragen werden, weiſen darauf hin, daß ſie wahrgenommen werden, und daß die Wahrnehmung einen beſtimmten Einfluß auf die betreffenden Tiere hat. Hochzeitskleider, welche nur während der Fortpflanzungsperiode auftreten, finden wir vorwiegend bei Wirbeltieren.

Sehr viele Fiſcharten zeigen während der Fortpflanzungszeit im männlichen Geſchlecht ſehr auffallende Färbungen und Zeichnungen. Gewiſſe Partien des Körpers, beſonders Hals und Bauchſeite, doch auch der Rücken, der Kopf, die Floſſen, erhalten durch Pigmente ſehr lebhafte Färbungen. Ich erinnere nur an die prachtvollen roten Flecken, welche der männliche Lachs während der Fortpflanzungsperiode aufweiſt, und welche ſich ſcharf von dem zu jener Zeit viel intenſiver als ſonſt blau und ſchwarz gefleckten Untergrund abheben. Viele der kleinen Fiſcharten aus allen Gegenden der Welt, die gegenwärtig ſo viel von Liebhabern in Aquarien gehalten werden, ſind im männlichen Geſchlecht, beſonders während der Fortpflanzungszeit, durch ſehr ſchöne Färbungen und Zeichnungen von den Weibchen unterſchieden. So die Arten aus den Gattungen Gambusia, Mollienisia, Betta und viele andere. Unſere Bitterlinge (Rhodeus amarus) und die Stichlingarten zeigen ebenfalls Prachtfärbung bei den Männchen während der Fortpflanzungszeit. Es ſind dies alles Süßwaſſerfiſche, aber wir finden die gleiche Eigentümlichkeit bei marinen Fiſchen. Ich erinnere nur an die Julis- und Callionymus-Arten (z. B. Callionymus lyra Abb. 378) ſowie an die Labriden. Bei Labrus mixtus, einem Labriden der Nordſee z. B., iſt das Männchen orange oder gelb gefärbt mit blauen Längsſtreifen; das Weibchen dagegen iſt rot mit drei großen ſchwarzen Flecken auf dem hinteren Teil des Rückens. Unter den Amphibien ſind es hauptſächlich die Molche, bei denen zur Fortpflanzungszeit die Färbung der Männchen viel

Digitized by Google

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig.

gelbe Flecken ausgezeichnet ist, die das Weibchen entbehrt. Die Schillerfarben der Bläulinge, Schillerfalter, der tropischen Morphinen sind vielfach auf das männliche Geschlecht beschränkt. Schon bei Besprechung der Mimikryerscheinungen haben wir hervorgehoben, daß die Männchen der tropischen Papilioniden sich oft in einer auffälligen Weise von den in besonderer Weise geschützten Weibchen unterscheiden.

Wie schon angedeutet, beschränken sich die auf die Augen wirkenden Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen nicht auf die Färbung. Vielfach zeigt die Körperform der Männchen große Abweichung von derjenigen der Weibchen. Unendlich ist die Fülle der Beispiele hierfür aus der Klasse der Insekten, der Spinnen, der Crustaceen usw. So treten auch bei den Fischen im männlichen Geschlecht eigenartige Fortsätze an den Flossen auf, wie z. B. bei dem Aquarienfisch Mollienisia petenensis an der Rückenflosse, die außerdem noch mit Augenflecken geschmückt ist, oder bei Xiphophorus Helleri, bei welchem der ventrale Rand der Afterflosse in einen langen fadenförmigen Fortsatz ausgezogen ist. Bei sehr vielen Cypriniden, den süßwasserbewohnenden Verwandten unseres Karpfen, entwickeln sich bei den Männchen während der Fortpflanzungszeit in der Haut harte, schwartige Auswüchse, welche nach der Laichzeit wieder verschwinden. So zeigt der Goldfisch weiße Schwielen auf den Kiemendeckeln. Sie sind z. B. bei dem Frauenfisch des Chiemsees (Leuciscus virgo) so mächtig entwickelt, daß der Fisch ganz stachlig aussieht. Bei vielen Fischen finden wir auch sehr erhebliche Größenunterschiede zwischen Männchen und Weibchen; oft sind die Männchen sehr viel größer, das ist vor allen Dingen bei denjenigen Formen der Fall, welche um die Weibchen kämpfen. Ich erwähne da nur die marinen Fische Callionymus lyra (Abb. 378) und Arnoglossus laterna; dagegen sind bei den brutpflegenden Fischen, so den schon öfter erwähnten Aquarienfischen oder dem nordamerikanischen Ganoiden Amia calva die Männchen stets kleiner als die Weibchen. Bei Molchen und Eidechsen sind die Männchen vor den Weibchen oft durch auffällige Kammbildungen, die sich über die Mitte des Rückens und des Schwanzes hinziehen, ausgezeichnet. Sie machen die Tiere ebenso auffällig wie die hornartigen Fortsätze, welche bei den Männchen der Chamäleons vorkommen, und wie sie im ersten Band schon beschrieben worden sind. Bei den Anolis-Arten wird der grellrot sich färbende Kehlsack in der Paarungszeit von den kampflustigen Männchen oft aufgeblasen. Bei Calotes emma, einer malayischen Eidechsenart, nähert sich das Männchen dem Weibchen in der Paarungszeit an einem exponierten Ort, z. B. auf einem Bananenblatt mit hochaufgerichtetem Vorderteil, wobei auf den Kehltaschen, die stark aufgeblasen sind, je ein dunkler Fleck auf dem gelbrötlichen Grund sich stark abhebt.

Daß die ganze äußere Erscheinung der Vogelmännchen durch besondere Federbildungen oft sehr stark von derjenigen der Weibchen abweicht, ist ja eine bekannte Tatsache. Es handelt sich da bald um Federn, deren ganze Fahne bis auf eine kurze spachtelförmige Scheibe am Ende reduziert ist, bald um halb oder ganz dunenmäßig entwickelte Federn, bald um solche, deren Fahne eine auffallende Größe oder einen eigenartigen Umriß besitzt. Indem derartige Federn entweder vereinzelt auftreten oder in Gruppen an bestimmten Stellen des Körpers sitzen, machen sie den Umriß des Männchens oft von dem des Weibchens sehr abweichend. Da solche Schmuckfedern außerdem noch die auffallendsten Farben tragen können, und da sie ferner unabhängig von dem übrigen Gefieder aufgerichtet oder in besondere Stellungen gebracht werden können, so verleihen sie oft den Männchen ein bizarres Aussehen. Ich erinnere nur an die Sichelfeder der Hähne, an die Federschöpfe der Kakadus und Wiedehopfe, an die Schwanzfedern der Fasanen, an die zarten Federbüschel der Paradiesvögel oder die eigentümlichen Spachtelfedern, wie sie bei manchen der

Fig. 1. Mandrill, *Mandrillus sphinx*, male. Mandrills are large, terrestrial, forest-dwelling baboons with a restricted distribution in Nigeria and Cameroon. Males are much larger than females and have striking facial and genital colouration. Mandrills live in large troops of up to 600 individuals. Photograph by Tim Laman.

Fig. 2. Gelada, *Theropithecus gelada*, male. Geladas are large, terrestrial monkeys endemic to the Ethiopian highlands. They are unique among primates in having a diet consisting largely of grass. Males have a distinctive cape of long hair and a bare red patch on the chest. Photograph by Tim Laman.

Fig. 3. Proboscis monkey, *Nasalis larvatus*, male. Proboscis monkeys are large, arboreal leaf-eating monkeys endemic to the island of Borneo. Males have a pendulous nose and a large belly. They live in one-male groups and are excellent swimmers. Photograph by Tim Laman.

Fig. 4. Hamadryas baboon, *Papio hamadryas*, male. Hamadryas baboons are large, terrestrial monkeys native to the Horn of Africa and Arabia. Males have a silver cape and mane. They live in multi-level social groups with one-male units nested within clans. Photograph by Tim Laman.

Fig. 5. Drill, *Mandrillus leucophaeus*, male. Drills are large, terrestrial forest baboons with a restricted distribution in Nigeria and Cameroon. Males are much larger than females and have striking facial colouration. Drills live in large troops of up to 600 individuals. Photograph by Tim Laman.

Fig. 6. Sumatran orangutan, *Pongo abelii*, male. Sumatran orangutans are large, arboreal apes endemic to the island of Sumatra. Males have large cheek pads and a throat pouch. They are critically endangered. Photograph by Tim Laman.

Fig. 7. Bornean orangutan, *Pongo pygmaeus*, male. Bornean orangutans are large, arboreal apes endemic to the island of Borneo. Males have large cheek pads and a throat pouch. They are critically endangered. Photograph by Tim Laman.

Fig. 8. Western lowland gorilla, *Gorilla gorilla gorilla*, male. Western lowland gorillas are large, terrestrial apes native to the forests of West Africa. Males have a silver back and are much larger than females. They live in one-male groups. Photograph by Tim Laman.

Fig. 9. Eastern lowland gorilla, *Gorilla beringei graueri*, male. Eastern lowland gorillas are large, terrestrial apes native to the forests of the Democratic Republic of the Congo. Males have a silver back and are much larger than females. They live in one-male groups. Photograph by Tim Laman.

Fig. 10. Mountain gorilla, *Gorilla beringei beringei*, male. Mountain gorillas are large, terrestrial apes native to the Virunga Mountains. Males have a silver back and are much larger than females. They live in one-male groups. Photograph by Tim Laman.

Fig. 11. Chimpanzee, *Pan troglodytes*, male. Chimpanzees are large, arboreal and terrestrial apes native to the forests of West and Central Africa. Males are much larger than females and have a prominent brow ridge. They live in multi-male, multi-female groups. Photograph by Tim Laman.

Fig. 12. Bonobo, *Pan paniscus*, male. Bonobos are large, arboreal and terrestrial apes native to the forests of the Democratic Republic of the Congo. Males are much larger than females and have a prominent brow ridge. They live in multi-male, multi-female groups. Photograph by Tim Laman.

Fig. 13. Human, *Homo sapiens*, male. Humans are large, terrestrial apes native to Africa. Males are much larger than females and have a prominent brow ridge. They live in multi-male, multi-female groups. Photograph by Tim Laman.

Fig. 14. Siamang, *Symphalangus syndactylus*, male. Siamangs are large, arboreal gibbons native to the forests of Sumatra and Malaysia. Males have a large throat sac and a black coat. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 15. White-handed gibbon, *Hylobates lar*, male. White-handed gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of Thailand and Malaysia. Males have white hands and a black coat. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 16. Pileated gibbon, *Hylobates pileatus*, male. Pileated gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of Cambodia and Thailand. Males have a black cap and a grey coat. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 17. Agile gibbon, *Hylobates agilis*, male. Agile gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of Sumatra and Malaysia. Males have a black coat and white hands. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 18. Lar gibbon, *Hylobates lar*, male. Lar gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of Thailand and Malaysia. Males have white hands and a black coat. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 19. Kloss gibbon, *Hylobates klossii*, male. Kloss gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of the Mentawai Islands. Males have a black coat and white hands. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 20. Javan gibbon, *Hylobates moloch*, male. Javan gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of Java. Males have a black coat and white hands. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 21. Hoolock gibbon, *Hoolock hoolock*, male. Hoolock gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of India and Bangladesh. Males have a black coat and white eyebrows. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 22. Hainan gibbon, *Nomascus hainanus*, male. Hainan gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of Hainan Island. Males have a black coat and white cheeks. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 23. Northern white-cheeked gibbon, *Nomascus leucogenys*, male. Northern white-cheeked gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of China and Vietnam. Males have a black coat and white cheeks. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 24. Southern white-cheeked gibbon, *Nomascus siki*, male. Southern white-cheeked gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of Vietnam and Laos. Males have a black coat and white cheeks. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 25. Yellow-cheeked gibbon, *Nomascus gabriellae*, male. Yellow-cheeked gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of Cambodia and Vietnam. Males have a black coat and yellow cheeks. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 26. Black crested gibbon, *Nomascus concolor*, male. Black crested gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of China and Vietnam. Males have a black coat and a crest of hair on the head. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 27. Cao-vit gibbon, *Nomascus nasutus*, male. Cao-vit gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of China and Vietnam. Males have a black coat and white cheeks. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 28. Eastern black crested gibbon, *Nomascus nasutus*, male. Eastern black crested gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of China and Vietnam. Males have a black coat and a crest of hair on the head. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 29. Western black crested gibbon, *Nomascus concolor*, male. Western black crested gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of China and Vietnam. Males have a black coat and a crest of hair on the head. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 30. Northern white-cheeked gibbon, *Nomascus leucogenys*, male. Northern white-cheeked gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of China and Vietnam. Males have a black coat and white cheeks. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 31. Southern white-cheeked gibbon, *Nomascus siki*, male. Southern white-cheeked gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of Vietnam and Laos. Males have a black coat and white cheeks. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 32. Yellow-cheeked gibbon, *Nomascus gabriellae*, male. Yellow-cheeked gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of Cambodia and Vietnam. Males have a black coat and yellow cheeks. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 33. Black crested gibbon, *Nomascus concolor*, male. Black crested gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of China and Vietnam. Males have a black coat and a crest of hair on the head. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 34. Cao-vit gibbon, *Nomascus nasutus*, male. Cao-vit gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of China and Vietnam. Males have a black coat and white cheeks. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 35. Eastern black crested gibbon, *Nomascus nasutus*, male. Eastern black crested gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of China and Vietnam. Males have a black coat and a crest of hair on the head. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

Fig. 36. Western black crested gibbon, *Nomascus concolor*, male. Western black crested gibbons are large, arboreal gibbons native to the forests of China and Vietnam. Males have a black coat and a crest of hair on the head. They live in monogamous pairs. Photograph by Tim Laman.

vielen Arten wie bei den meisten Insekten Männchen und Weibchen sich nicht sehr wesentlich voneinander unterscheiden, sind bei andern, so bei unserer einheimischen Art Lampyris noctiluca, die Weibchen von larvenähnlichem Körperbau und entbehren beider Flügelpaare. Es ist aber ihr Leuchtapparat, der sich an der Bauchseite der letzten Abdominalringe befindet, viel kräftiger als derjenige der Männchen. Bei den Arten der Gattung Luciola, welche in den Mittelmeerländern häufig sind, haben beide Geschlechter wohl ausgebildete Flügel und einen gleich starken Leuchtapparat.

Bei einem Vertreter der letzteren Gattung, Luciola italica, hat der vorzügliche Biologe Emery Versuche angestellt, welche deutlich beweisen, daß das Licht der Weibchen zur Anlockung des Männchens dient. Er brachte einige Weibchen in festverschlossenen Glasröhren und andere in porösen Pappkästchen unter und stellte sie ins Freie in einer Gegend, in welcher Leuchtkäfer herumflogen. Die Tiere in den Pappkästchen blieben vollkommen unbeachtet, ein Zeichen, daß nicht etwa ein Geruch die Männchen zum Weibchen lockt. Als aber ein Männchen in einigem Abstand über einer Glasröhre dahinflog, entsandte sofort das in jener eingeschlossene Weibchen eine Reihe von Blitzen, welche alsbald von dem Männchen wahrgenommen sein mußten; denn es ließ sich in der Nähe des Röhrchens im Grase nieder, und die beiden Tiere begannen nun ein Wechselspiel von Lichtblitzen, welches geradezu an einen lebhaft funktionierenden Heliographen erinnerte. Als das Männchen ganz in die Nähe der Glasröhre gekommen war, hörte das Weibchen auf zu leuchten, begann aber sofort wieder mit dem Spiel seiner Blitze, als ein anderes Männchen in der Nähe seines Gefängnisses vorbeiflog, um welches sich bald eine ganze Schar von rivalisierenden Männchen angesammelt hatte.

Alle die Besonderheiten der Männchen, welche geeignet sind, auf die Sinnesorgane der Weibchen einzuwirken, lernen wir erst dann richtig beurteilen, wenn wir das Benehmen der Tiere während der Paarungszeit beobachten. Da sehen wir vielfach die Männchen eigenartige Bewegungen ausführen, bei denen eine Einwirkung auf die Sinnesorgane der Weibchen erfolgen muß. Vielfach werden dabei die verschiedenen vorher geschilderten Eigenschaften und Fähigkeiten der Männchen bei merkwürdigen Bewegungen in eine Kombination gebracht, welche eine komplizierte Handlung des Tieres darstellt, deren Beziehung zum Geschlechtsleben unverkennbar ist. Wir nennen diese eigentümlichen Bewegungen der Männchen „Werbebewegungen", weil sie jeweils der Paarung vorausgehen, und weil wir annehmen, daß sie notwendig sind, um die Paarung herbeizuführen. So sehen wir gerade die mit auffallenden Schmuckfarben versehenen Schmetterlinge, z. B. viele Weißlinge, die Schillerfalter, Papilioniden, Morphinen, sich vor der Paarung im Fluge in eigenartiger Weise umgaukeln. Dabei nehmen jeweils die Männchen solche Stellungen ein, daß der von ihrer Färbung ausgehende Reiz notwendig auf die Augen der Weibchen einwirken muß.

Diejenigen unter den wirbellosen Tieren, welche die interessantesten und merkwürdigsten Werbehandlungen zeigen, sind wohl die Spinnen. Speziell bei den Attiden oder Springspinnen führen die Männchen vor den Weibchen die bizarrsten Bewegungen aus, die man geradezu mit Tänzen vergleichen kann (vgl. Bd. I S. 488 und weiter unten S. 510).

Besonders interessant sind die Erscheinungen, welche der Paarung vorausgehen, bei den Vögeln. Wir sehen da vielfach Vorgänge, welche den Eindruck machen, als ob eine regelrechte Wahl des Ehegatten vorkomme, und zwar ist in der Regel das Weibchen der scheinbar wählende, das Männchen der werbende Teil. Wir wollen nun im folgenden zu-

Digitized by Google

nächst diejenigen Handlungen der Männchen bei den Vögeln betrachten, welche, wie man annimmt, zum Zwecke der Werbung ausgeführt werden. Alle diese Werbungshandlungen haben einen merkwürdig krampfhaften Charakter und erfolgen stets in einer fast schematischen Weise. Sie bestehen aus seltsamen Bewegungen und Haltungen der Tiere, die gewöhnlich in Gegenwart des anderen Geschlechts gezeigt werden. Vielfach handelt es sich sogar um eine Reihe von aufeinanderfolgenden Bewegungen, die zuweilen sogar den Charakter eines Tanzes besitzen können. Gar nicht selten versammeln sich die Männchen der betreffenden Art zu diesen Werbungshandlungen in größerer Anzahl. Dabei kommt es oft dazu, daß Kämpfe zwischen den Männchen ausbrechen, und man hat direkt das Schauspiel von eifersüchtigen Nebenbuhlern, die um die Weibchen streiten, vor sich. Um die Rivalen herbeizurufen und um die Weibchen in die Nähe des Kampfplatzes zu locken, sind die Tiere, wie wir gesehen haben, häufig mit besonderen Stimmitteln ausgestattet. So wirken oft alle möglichen Fähigkeiten zum Zustandekommen sehr komplizierter Balzhandlungen zusammen.

Wenden wir uns zunächst zu den sogenannten Balzstellungen und Balzbewegungen, so können wir als Beispiel gleich einen unserer gewöhnlichsten Vögel anführen, den gemeinen Sperling, der wie sehr viele Singvögel charakteristische Balzbewegungen ausführt. Es ist ein äußerst possierlicher Anblick, dieses Tier beim Balzen zu beobachten. Auf den Straßen und Plätzen der Stadt, in den Anlagen sieht man schon frühzeitig im Lenz die Männchen in einer merkwürdigen Stellung um die Weibchen herumhüpfen. Sie halten dabei den Kopf gesenkt, die Flügel nach vorn und unten gespreizt, den Schwanz gehoben, die Beine steif und springen dabei herum, indem sie ein krampfhaftes Gezwitscher ausstoßen. Ich glaube, nicht viele Stadtbewohner achten auf dies reizvolle Schauspiel, und wenn wir sie an ein ihnen bekannteres Beispiel von Balzstellung erinnern wollen, so müssen wir dazu die eigentümlichen Gewohnheiten des männlichen Pfaus wählen. Der Pfauhahn zeichnet sich ja bekanntlich vor der Henne durch sein prachtvolles, metallglänzendes Gefieder aus, dessen auffallendste Eigentümlichkeit in den stark verlängerten, mit Augenflecken versehenen Schwanzfedern besteht. Diese können aufgerichtet werden und bilden dann das Rad. Der Pfau schlägt sein Rad in Anwesenheit des Weibchens und geht dabei in krampfhafter Haltung vor- und rückwärts, indem er seine Vorderfront dem Weibchen zukehrt; dabei rüttelt er in einer merkwürdig krampfhaften Weise mit seinen Federn, so daß ein Geräusch entsteht, welches fast wie das Rasseln von Regentropfen auf einem Blätterdach klingt. Dazwischen stößt er von Zeit zu Zeit einen lauten Schrei aus. Es ist sehr interessant, bei diesen Balzhandlungen des Hahnes die vollkommene Apathie der Henne zu beobachten, welche sich vor ihm hin und her bewegt und von Zeit zu Zeit ein Korn vom Boden aufpickt, ohne sich scheinbar um das Männchen zu kümmern. Das Charakteristische beim balzenden Pfau ist die Entfaltung der vollen Pracht seines Gefieders. Das gleiche finden wir bei vielen anderen Vögeln. Sehr häufig sind bei den Männchen Schmuckfedern und sonstige Auszeichnungen bei der gewöhnlichen Haltung des Körpers diesem angeschmiegt oder sonstwie verborgen; beim Balzen werden die Federbüschel aufgerichtet und entfaltet, Hautlappen kommen zur Ausbreitung, die man sonst nicht sieht usw.

Das ist z. B. bei den verschiedenen Arten der Kolibris und Paradiesvögel der Fall. Bei diesen Familien sind die Männchen auffallend prächtig gefärbt und durch Gruppen von Schmuckfedern an Kopf, Brust, Schultern, Schwanz usw. den Weibchen gegenüber ausgezeichnet. In der Balzstellung werden die Schmuckfedern gespreizt und die dabei besonders auffallende Seite des Tieres dem Weibchen zugekehrt. Vor einigen Jahren konnte man im

Digitized by Google

Rabbits Rabbits are small mammals with long ears and short tails. They live in burrows or hutches and hop around on their powerful hind legs. Rabbits are herbivores and eat a variety of plants, including grasses, leaves, and vegetables. They are known for their soft fur, which comes in many colors and patterns. Rabbits are social animals and live in groups called colonies. They are also known for their ability to reproduce quickly, with females giving birth to litters of kits every few months. Rabbits are popular pets and are also raised for their meat and fur. They are preyed upon by many animals, including foxes, coyotes, and birds of prey. Rabbits have a keen sense of hearing and smell, which helps them detect predators. They are also known for their ability to run fast and change direction quickly to escape danger. Rabbits are important members of their ecosystems and play a role in seed dispersal and soil aeration. They are also used in scientific research and have been domesticated for thousands of years.

im dichten Gebüſch gelegen iſt; dort reinigt es den Boden aufs ſorgfältigſte von allen dürren Blättern und Äſtchen, von Gras und Kräutern und trampelt die Erde feſt zuſammen. Auf dieſem Raum von ſechs bis acht Quadratmetern bringt der Vogel viele Tage zu, indem er in kurzen Intervallen ſeinen eigenartigen Ruf ausſtößt. Durch dieſen wird das Weibchen herbeigelockt. Sobald es die Tenne betritt, beginnt das Männchen mit eigenartigen Bewegungen vor ihm herumzutanzen; dabei nimmt es ganz unwahrſcheinliche, bizarre Stellungen ein, welche die Schönheit ſeines Gefieders allerdings zur höchſten Geltung gelangen laſſen.

Abb. 381 zeigt das Männchen auf ſeiner Tenne in Erwartung des Weibchens, die Umrißzeichnung (Abb. 382) die Stellung, die es auf der Höhe der Erregung einnimmt. Beim Argusfaſan ſind nämlich, und zwar nur im männlichen Geſchlecht, die Schwungfedern zweiter Ordnung gewaltig groß und breit. Jede Feder iſt mit einer Reihe von 20 bis 23 Augenflecken geziert, deren jeder über $2^1/_2$ cm Durchmeſſer hat. Wenn der Vogel ſeine Federn aufrichtet, ſo ſehen dieſe Flecken aus wie große perlenglänzende Kugeln in einem dunkeln Napf. Rings um ſie breitet ſich eine tief ſamtbraune Fläche mit eigenartigen Strichen und Flecken aus, ein Anblick, der für unſer Auge vom höchſten Reiz iſt. Dieſen Anblick ſucht der Argusfaſan in der Erregung ſeinem Weibchen vor die Augen zu halten. Er ſchlägt mit ſeinen Flügeln ein großes Rad, ähnlich dem des Pfaues. Doch ſind die Schwanzfedern an deſſen Geſtaltung unbeteiligt; auch hat das ganze Gebilde mehr die Form eines Trichters, und der Kopf iſt zur Seite gebogen hinter ihm verborgen. Da, wo das Trichterrad am Hinterrand am tiefſten ausgeſchnitten iſt, ragen hinter ihm die aufgerichteten Federn des Schwanzes wie ein Signal empor. Wenn das Männchen das Weibchen, vor dem es paradiert, ſehen will, muß es ſeinen Kopf zwiſchen zwei Federn des Trichterrades hindurchſtecken. Und das tut es auch, wie beobachtet worden iſt und wie man daraus entnehmen kann, daß an den Bälgen von männlichen Argusfaſanen faſt ſtets zwei aneinanderſtoßende Schwungfedern an einer Stelle ſehr abgerieben ſind.

Abb. 382. Argusfaſan in ſeiner typiſchen Balzſtellung. Nach Darwin.

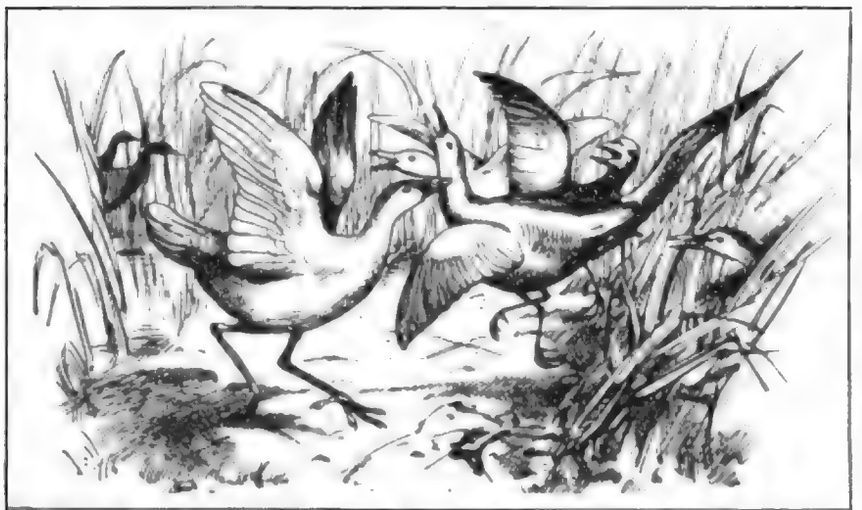


Abb. 383. Der Tanz der Ypecaha-Rallen (Aramides ypacaha (Vieill.)). Nach Hudson.

Sehr wertvolle Angaben über das Balzen bei dem Felsenhuhn (Rupicola aurantia [Cuv.]), jenem hühnergroßen, orangeroten Vogel mit seinem eigentümlichen, haubenartigen Federschopf, hat R. Schomburgk gemacht. Er hat ihn in den Gebirgen an der Grenze von Britisch Guyana und Brasilien beobachtet. Im dichten Urwald erheben sich dort eigenartige, glatte, vegetationslose Granitkuppen; in deren Nähe lebt die Rupicola. Schomburgk schreibt über sie folgendes: „So glänzend das Gefieder des Männchens ist, um so bescheidener ist das des Weibchens. Doch auch das des Männchens erhält sein orangenes Festkleid erst im dritten Jahr. Eine auffallende Erscheinung ist es, daß die Rupicola sorgfältig die Gesellschaft und Gemeinschaft aller übrigen Vögel meidet und stets nur allein auf den Felsenhöhen angetroffen wird. Ihr Nest baut sie in die Spalten und Vertiefungen der Felsen und scheint es mehrere Jahre hintereinander zu benutzen und bei jeder Brütezeit nur durch einige Wurzelfasern auszubessern; außerhalb bekleben sie es mit Schmutz." Der Schrei der Felsenhühner gleicht dem einer jungen Katze.

Durch die Indianer von einer Versammlung von Felsenhühnern benachrichtigt, schlich sich Schomburgk durch das Gebüsch, bis er an einer Stelle das glänzende, orangene Gefieder der Rupicola durch die Zweige leuchten sah. Dort wurde er, wie er sagt, Zeuge eines der interessantesten Schauspiele:

„Eine ganze Gesellschaft jener herrlichen Vögel hielt eben auf der glatten und platten Oberfläche eines gewaltigen Felsblockes ihren Tanz, und mit inniger Freude sah ich meinen lang gehegten Wunsch so unerwartet erfüllt. Auf dem den Block umgebenden Gebüsch saßen offenbar einige zwanzig bewundernde Zuschauer, Männchen und Weibchen, während die ebene Platte des Blockes von einem der Männchen unter den sonderbarsten Pas und Bewegungen nach allen Seiten hin überschritten wurde. Bald breitete der neckische Vogel seine Flügel halb aus, warf dabei den Kopf nach allen Seiten hin, kratzte mit den Flügeln den harten Stein, hüpfte mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit immer von einem Punkte aus in die Höhe, um bald darauf mit seinem Schwanz ein Rad zu schlagen und in stolzierenden, koketten Schritten wieder auf der Platte herumzuschreiten, bis er endlich ermüdet zu sein schien, einen von der gewöhnlichen Stimme abweichenden Ton ausstieß, auf den nächsten Zweig flog und ein anderes Männchen seine Stelle einnahm, das ebenfalls seine Tanzfertigkeit und Grazie zeigte, um ermüdet nach einiger Zeit einem neuen Kombattanten Platz zu machen."

Schon bei den verschiedenen besprochenen Arten sind die Balzbewegungen mit einem Tanz vergleichbar. Das ist bei einigen Vogelarten in noch höherem Maß der Fall. Bei den Kranichen (Gruidae) z. B. beteiligen sich Männchen und Weibchen an diesen Tänzen. Unser gewöhnlicher Kranich, dessen Bewegungen ohnehin so graziös sind, bietet bei diesen

Digitized by Google

Tänzen ein reizvolles Bild dar. Er hüpft in die Höhe, verneigt sich, breitet die Flügel aus, bewegt sich mit wippenden Schritten vorwärts und rückwärts. Ähnliches wird vom Pfauenkranich berichtet (Grus pavonina), der überhaupt zu jeder Zeit gern Tanzbewegungen ausführt. Bei der Siriema (Dicholophus cristatus), einer Verwandten, sind die Tänze mit nicht sehr ernsthaften Kämpfen verbunden, welche meist mit der Vertreibung eines Männchens enden.

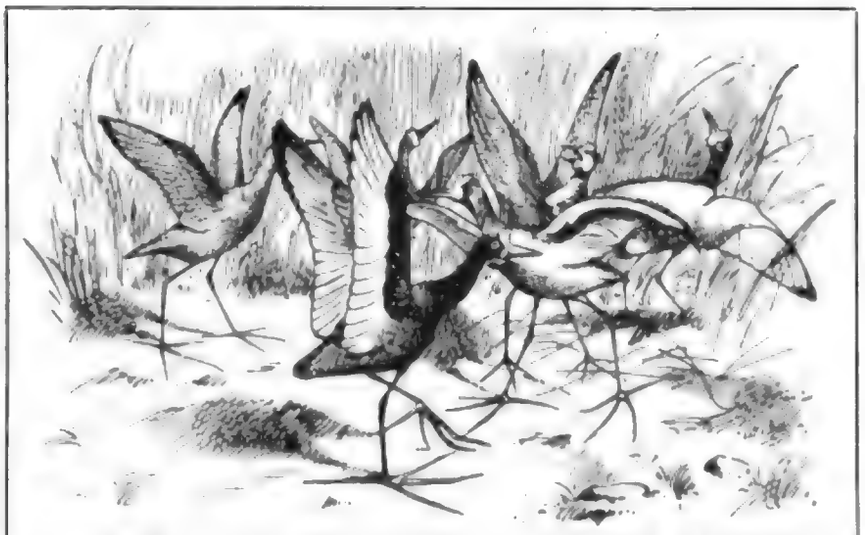


Abb. 384. Tanz der Jassanas (Jacana jacana (L.)). Nach Hudson.

Genaue Schilderungen von Tänzen bei Vögeln hat Hudson in seinem ausgezeichneten Buch über La Plata gegeben. So haben die Ypecaha-Rallen (Aramides ypacaha (Vieill.)) Versammlungsplätze im Röhricht, glatte Stellen am und etwas über dem Wasser. Durch Rufe verständigen sich die Tiere und kommen nun von allen Seiten zusammen, bis 12—20 angesammelt sind, die unter lauten, klagenden Schreien über den Platz hin und her tänzeln, mit den ausgebreiteten Flügeln wippend, den langen Schnabel weit geöffnet und senkrecht erhoben (Abb. 383). Solch ein Tanz dauert drei bis fünf Minuten. Ähnliche Tänze führen die Jassanas (Jacana jacana (L.)) aus (Abb. 384); bei den beiden genannten Arten sind wie bei den Kranichen beide Geschlechter an den Tänzen beteiligt. Sehr merkwürdig sind die Tänze eines argentinischen sporenflügligen Kiebitzes (Belonopterus cayennensis grisescens Pražák), die ebenfalls Hudson beschreibt. Diese Vögel leben paarweise; nun kann man oft einen Kiebitz sich in die Luft schwingen und zu einem Pärchen hinfliegen sehen, gleichsam um dem Pärchen einen Besuch zu machen. Letzteres geht ihm entgegen, stellt sich hinter ihn, und zusammen marschieren sie in strammem Schritt vorwärts, indem sie rhythmisch mit ihren Bewegungen trommelähnliche Töne ganz gleichmäßig von sich geben. Der Besucher stößt in regelmäßigen Abständen laute, einzelne Töne aus. Plötzlich halten sie ein; der vordere Kiebitz hebt die Flügel hoch und steht unbeweglich, immer noch schreiend; die beiden anderen stramm aufgerichtet, mit aufgepluderten Federn, verbeugen sich tief, bis ihre Schnäbel den Boden berühren, und in dieser Stellung lassen sie ihre Stimmen in ein ersterbendes Gemurmel übergehen (Abb. 385). Dann ist die Vorstellung vorbei, und der Besucher fliegt heim zu seinem Genossen. Hudson ist der Meinung, daß dieser Tanz mit dem Geschlechtsleben nichts zu tun habe, da er ihn während des ganzen Jahres beobachtet. Ich glaube doch irgendeine Beziehung zur geschlechtlichen Erregung vermuten zu sollen.

Das sind die Tänze bodenbewohnender Vögel; die guten Flieger führen ihre Tänze in der Luft aus, so Falken, Geier, Schwalben, Ziegenmelker, Störche, Ibisse, Möven, wenn sie in graziösen Kreisen, Spiralen und allen möglichen Figuren das Element durchsiegeln, das sie beherrschen.

Bei nicht wenigen Arten vereinigen sich die verschiedensten Fähigkeiten zu Künsten, welche die Tiere in der Fortpflanzungszeit ausüben: Stimme, Bewegungen, Entfaltung von be-

Digitized by Google

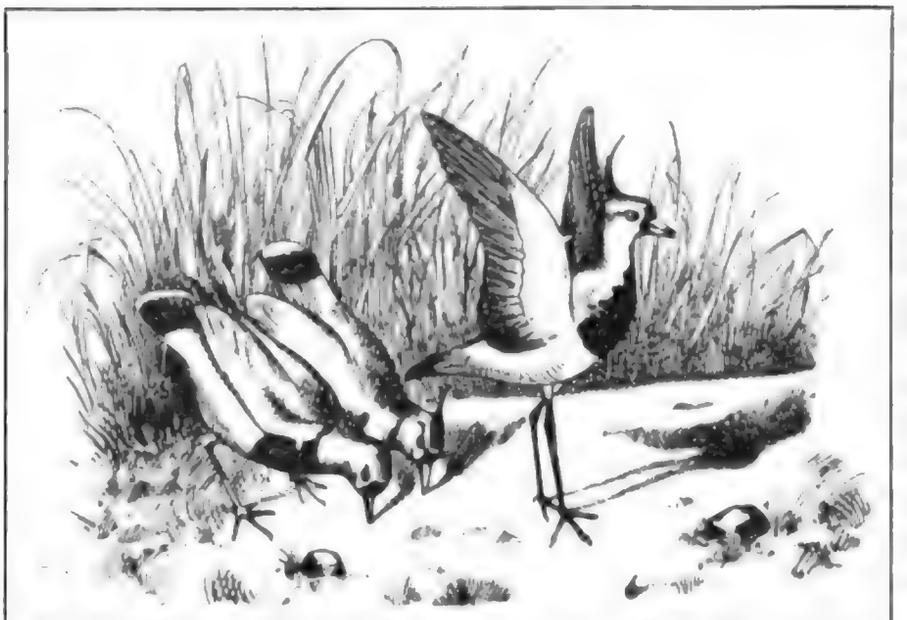


Abb. 385. Tanz des argentinischen sporenflügeligen Kiebitzes (Belonopterus cayennensis griseocens Prain). Nach Hudson.

sonderen Auszeichnungen usw. kombinieren sich dann zu oft sehr merkwürdigen Resultaten. Wir hatten schon zu erwähnen, daß bei den Balzbewegungen mancher Arten Töne gleichzeitig ausgestoßen werden Umgekehrt können wir auch sagen, viele Vögel begleiten ihren Gesang durch allerhand eigenartige Bewegungen.

So fliegen viele Steppen-, Heide- und Wiesenvögel in der Fortpflanzungszeit unter Gesang in die Luft, wobei sie vielfach eigentümliche Flatterbewegungen ausführen. Beispiele hierfür sind unsere Pieper (Anthus-)arten, der Steinschmätzer (Saxicola oenanthe) und vor allem die Lerchen. Auch viele Stelzvögel haben die Gewohnheit, beim Fliegen ihren Balzgesang ertönen zu lassen. Die Form der Flüge, welche die Männchen von Regenpfeifern, Schnepfen, Flußuferläufern, Wasserläufern usw. ausführen, weist direkt darauf hin, daß die eigenartigen Bewegungen von dem am Boden sitzenden Weibchen gesehen werden sollen. Bei den Bekassinen haben diese „Schauflüge" eine eigenartige Veränderung erfahren. Während die kleine Bekassine (Gallinago gallinula) bei ihrem seltsamen Flatterflug einen eintönigen Paarungsruf erschallen läßt, vermissen wir einen solchen bei der mittleren Bekassine (Gallinago media). Statt dessen erzeugt deren Männchen einen merkwürdigen meckernden Laut, indem bei den Sturzflügen die Luft durch die abgespreizten, seitlichen Steuerfedern des Schwanzes streicht, wobei die Flügel helfen, den Ton zu modifizieren. Viele exotische Vögel haben einzelne eigenartig ausgebildete Flügelfedern, welche wohl zur Erzeugung ähnlicher Schnurr- und Surrlaute dienen.

Diesen sog. „Singflügen" stellt Häcker die „Reigenflüge" der Raubvögel gegenüber. Sie werden schweigend ausgeführt, indem meist ein Paar in großen, schönen Linien hoch durch die Lüfte sich wiegt. Solches beobachtet man beim Steinadler (Aquila chrysaëtus), beim schwarzen Milan (Milvus ater), während bei der Rohrweihe das Männchen allein vor dem Weibchen Flugkünste ausführt.

Balzstellungen, Balzflüge, Singflüge, Reigen, Tänze können sich in eigenartiger Weise miteinander und mit anderen eigentümlichen Gewohnheiten der Vögel zu oft sehr komplizierten Balzhandlungen kombinieren. Wir wollen jetzt zunächst etwas ausführlicher die sehr bemerkenswerten Balzhandlungen der australischen Laubenvögel beschreiben, um im Anschluß daran die Kämpfe und Scheinkämpfe der Männchen bei den Vögeln im Zusammenhang mit entsprechenden Erscheinungen bei den übrigen Gruppen des Tierreichs zu erörtern.

In Australien und Neuguinea kommen einige Gattungen mit zahlreichen Arten von Vögeln vor, deren Werbegewohnheiten ganz besonders merkwürdig sind und eine eingehendere Besprechung verdienen. Es sind dies die Laubenvögel, welche in die Gattungen

Digitized by Google

Bird Life Australia (formerly the Royal Australasian Ornithologists Union) and the Australian Museum Trust, Sydney, for their support of the Australian Museum Research Institute.

Blätter gelegentlich in der gleichen Weise auf den Boden legt, ist dies wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß die Blätter durch diese Lage verhindert werden sich zu rollen.

Jeden Tag, früh morgens, nach Sonnenaufgang zwischen 5 und 6 Uhr, kommt der Vogel zu seinem Spielplatz, fegt zuerst die dürren Blätter vom Tage vorher auf die Seite und fliegt nun aus, um neue Blätter zu holen. Deren oft sehr dicke, feste, fleischige Stiele vermag er mit seinem gezähnten Schnabel durchzusägen.

Ist der Spielplatz in Ordnung gebracht, so setzt sich der Vogel auf einen Baumast oberhalb desselben und beginnt nun mit einem seltsamen Gesang. Der sägezähnige Laubenvogel gehört zu den geschicktesten Tierstimmennachahmern, die es gibt. Er imitiert die Stimmen all der andern Vögel, die um ihn herum im Busch leben, der Eisvögel und Bienenfresser, der Fliegenschnäpper und Kuckucke usw. Ja, er schnarrt wie eine Heuschrecke, quakt wie ein Frosch und ahmt besonders virtuos das Rasseln einer großen, von einem Vogel gefangenen Zikade nach. Immer wieder glaubte Jackson die Zikade im Schnabel des Vogels noch entdecken zu müssen, bis er sich schließlich mit aller Sicherheit davon überzeugte, daß doch auch in diesem Fall Tonnachahmung vorlag.

Von Zeit zu Zeit hüpft der Vogel von seinem Ast oder seiner Ranke herunter, ordnet die Blätter auf dem Spielplatz, dreht diejenigen, die der Wind umgedreht hat, wieder auf die richtige Seite und kehrt dann auf seinen Sitz zurück. Das geht stundenlang so fort, und am Nachmittag ist der Vogel wieder stundenlang am selben Orte. Sonst findet man ihn immer nur am Boden und in der Nähe des Bodens.

In den Wochen, welche der Brutzeit vorausgingen, konnte man so die Vögel stets an ihren Spielplätzen antreffen, und zwar stets einen Vogel allein, immer waren sie beim Spielplatz anwesend, und immerfort sangen sie ihr seltsames Lied.

Es bauen nämlich bei dieser Art Männchen und Weibchen sich jedes seinen Spielplatz und jedes seine primitive Laube, wenn die Deutungen Jacksons richtig sind, welcher auf einem Spielplatz stets nur einen Vogel fand und, als er an zwei nahe beieinander gelegenen Spielplätzen die Vögel abschoß, durch Sektion feststellte, daß es in voller Ovarialentwicklung befindliche Weibchen waren.

Nach Wochen geduldiger Beobachtung, nachdem die Aufführungen an den Spielplätzen schon von Anfang Oktober an verfolgt worden waren, zeigte sich im November eine Änderung im Benehmen der Vögel. Die Paare hatten sich gefunden, man sah sie nun hoch in den Bäumen, auf Ästen sitzen, und dann und wann konnte man die scheuen Vögel schnäbeln sehen. Im Dezember wurden die Nester gefunden, die sehr einfach aus Reisern zusammengeflochten sind und nur zwei Eier enthalten.

Sonst wird meist angegeben, daß ein Männchen und ein Weibchen gemeinsam an einer Laube bauen. Bei den anderen Arten handelt es sich um viel kunstvollere Bauten als beim sägeschnäbeligen Laubenvogel, und zwar lassen sich noch verschiedene Stufen der Vervollkommnung unterscheiden.

Viele Arten, z. B. der Satin-Laubenvogel (Ptilonorhynchus holosericeus Kuhl = P. violaceus (Vielll.)), bauen lange, oft meterlange Galerien aus feinen Ästchen oder Halmen. Diese sind so befestigt, daß sie oben in Form eines Bogenganges zusammenneigen. Diese Laube ist meist mit Blumen und Federn geschmückt. Am Eingang sind ganze Haufen von Schneckenschalen, blanken, von der Sonne gebleichten Tierknochen und kleinen Schädeln und bunten Federn angehäuft.

Ganz ähnlich bauen die Chlamydodera-Arten, von denen in Queensland z. B. Ch. maculata (J. Gd.), nuchalis (Jard. u. Selby), in Westaustralien Ch. guttata (J. Gd.) genauer

Digitized by Google

Figure 1.1 Ancient Egyptian hieroglyphics.

symbols (see Figure 1.1). Around 3000 BC, the Sumerians developed a system of pictographs and ideograms to record their agricultural products. Around 2000 BC, the Phoenicians developed an alphabetic system that consisted of 22 consonants, from which other alphabets were developed. The Greeks adopted the Phoenician alphabet around 1000 BC and added vowels to it. The Romans developed the Latin alphabet around 500 BC, which consisted of 21 consonants and five vowels. The Latin alphabet was used to write most European languages.

Figure 1.2 Ancient Chinese writing.

The Chinese developed a writing system around 3000 BC that consisted of characters representing ideas or things (see Figure 1.2). It is estimated that more than 3000 characters were in use around 1500 BC. Around 1000 BC, the Chinese developed a phonetic system based on syllables. Around 200 BC, a standard system of 214 characters was established. Variations of this system are still used in China, Japan, and Korea.

Fig. 1. Ex. 1. Ibid. Ex. 2. Ibid. Ex. 3. Ibid. Ex. 4. Ibid. Ex. 5. Ibid. Ex. 6. Ibid. Ex. 7. Ibid. Ex. 8. Ibid. Ex. 9. Ibid. Ex. 10. Ibid. Ex. 11. Ibid. Ex. 12. Ibid. Ex. 13. Ibid. Ex.

Fig. 1.6 Scanning electron micrograph of a cross-section of a fracture surface of a polycrystalline metal. Note the grain boundaries and the different orientations of the grains. Also, the fracture path is intergranular (i.e., it is along the grain boundaries). Magnification unknown. (Courtesy of Professor Roger Newman, University of Toronto.)

Digitized by Google

Baby in Bed

Baby in Bed

Baby in bed, baby in bed,
Rock-a-bye, baby, in bed.
Baby in bed, baby in bed,
Rock-a-bye, baby, in bed.

Baby in bed, baby in bed,
Rock-a-bye, baby, in bed.
Baby in bed, baby in bed,
Rock-a-bye, baby, in bed.

Baby in bed, baby in bed,
Rock-a-bye, baby, in bed.
Baby in bed, baby in bed,
Rock-a-bye, baby, in bed.

Baby in bed, baby in bed,
Rock-a-bye, baby, in bed.
Baby in bed, baby in bed,
Rock-a-bye, baby, in bed.

Abb. 391. Sporen beim Spiegelpfau (Polyplectron bicalcaratum). Orig. nach der Natur.

bei Fischen; bei den Salmoniden sind ja vielfach, z. B. bei den Lachsarten (Salmo, Oncorhynchus), die Männchen mit einer hakenförmigen Schnauzenverlängerung (vgl. Bd. I S. 481) während der Laichzeit ausgezeichnet. Die Lachsmännchen beißen und reißen sich oft schwere und tiefe Wunden bei diesen Kämpfen, die gar nicht selten tödlich werden. Bei vielen brutpflegenden Fischen sind die Männchen sehr kampflustig. So sind Kämpfe der Männchen bei den Stichlingen an der Tagesordnung. Bei den Guramis, z. B. Osphromenus olfax (Commers.) (Bd. I Abb. 366 S. 609), sind erbitterte Kämpfe beobachtet worden, bei denen die Männchen in prachtvollen Farben prangen, die sofort verdunkeln, wenn eines sich als besiegt erklären muß. Betta pugnax, der Kampffisch, hat seinen Namen von seiner Kampflust, die in seiner siamesischen Heimat die Veranlassung ist, ähnlich den Hahnenkämpfen Fischkämpfe zu veranstalten, bei denen vor allem eine besondere für diesen Zweck gezüchtete Varietät verwandt wird.

Unter den Amphibien sind mir keine kämpfenden Formen bekannt, wenn auch die Männchen der Frösche und Kröten beim Wettbewerb um ein Weibchen sich oft stoßen und raufen, bei den Reptilien jedoch sind sie häufiger vertreten. Es kämpfen z. B. die Männchen von Krokodilen, manchen Schildkröten, von Eidechsen aus den Gattungen Draco, Anolis, Iguana, Chamaeleo. Bei Anolis cristatellus verbeißen sich die wütenden, kämpfenden Männchen, und dem unterliegenden Kämpfer bricht meist der Schwanz ab, den der Sieger dann auffrißt. Auch Calotes-Arten, z. B. Calotes emma von der Malayischen Halbinsel kämpfen nach Gadow aufs heftigste und ändern dabei ihre Farbe (vgl. S. 447).

Die Vögel bieten uns viele Beispiele ritterlicher Kämpfe der Männchen. Vor allem kommen solche bei polygamen Vögeln, so unter den Hühnervögeln, vor. Hähne, Fasanen und andere Hühnervögel sind für diese Kämpfe sogar mit besonderen Waffen ausgestattet, den Sporen, welche bei manchen in der Einzahl (Abb. 392), bei anderen sogar in der Zweizahl (Abb. 391) ja selbst bis zu fünf an jedem Bein vorhanden sind. Mit diesen können die Tiere sich erhebliche Verwundungen beibringen, ja selbst sich töten. Ähnliche Waffen finden wir bei einigen Vögeln an den Flügeln; so hat Chauna chavaria zwei Sporen an jedem Flügel, ähnlich Palamedea, während bei Rallen und Regenpfeifern kleinere Höcker und stumpfe Haken vorkommen (Abb. 385 S. 456 und Abb. 393).

Abb. 392. Sporn beim Haushahn (Gallus domesticus L.). Orig. nach der Natur.

Die Kämpfe der Hähne kann man leicht im Hühnerhof beobachten; wie erbittert sie sein können, davon geben die sportsmäßigen Hahnenkämpfe ein Bild. Kämpfe um die Weibchen kommen aber nicht nur bei größeren und wehrhaften Vögeln, sondern auch bei kleineren und waffenlosen Formen vor. Unsere Sperlinge, Rotkehlchen, Teichhühner, ja selbst Ziegenmelker, Kolibris raufen sich um die Weibchen. Es ist aber leicht zu verstehen,

Digitized by Google

Anas Boschas.

Mallard, Wild Duck, Green-headed Duck, Gray Duck, Common Duck, Stock Duck, Decoy Duck, Tame Duck, Domestic Duck, Pintail Duck, Sheldrake, Shoveler, Widgeon, Teal, Golden-eye, Pochard, Scaup Duck, Tufted Duck, Velvet Duck, Eider Duck, Scoter, Surf Duck, Harlequin Duck, Long-tailed Duck, Smew, Goosander, Merganser, Red-breasted Merganser, Hooded Merganser, Musk Duck, Whistling Duck, Tree Duck, Summer Duck, Wood Duck, Carolina Duck, Muscovy Duck, Brazilian Duck, Spur-winged Goose, Egyptian Goose, Cape Barren Goose, Sheldgoose, Ruddy Sheldgoose, Upland Goose, Magellan Goose, Bernicle Goose, Brent Goose, Barnacle Goose, Canada Goose, Hutchins's Goose, Snow Goose, Blue Goose, Ross's Goose, Red-breasted Goose, White-fronted Goose, Bean Goose, Pink-footed Goose, Lesser White-fronted Goose, Red-breasted Goose, Swan, Mute Swan, Tame Swan, Whooper, Wild Swan, Trumpeter Swan, Bewick's Swan, Black Swan, Coscoroba Swan, Black-necked Swan, Australian Swan, Cygnet, Pen, Cob.

The Mallard (*Anas Boschas*) is the best known of all the Ducks, and is the species from which the domestic Duck is derived. It is found throughout the greater part of the Northern Hemisphere, and is abundant in the British Islands, where it is resident, and also a winter visitant from the north of Europe. It is a handsome bird, and the male is easily distinguished by the glossy green head and neck, the white collar, the chestnut breast, the gray body, and the curled tail-feathers. The female is mottled brown and buff, and is not unlike the female of the Pintail, but is larger, and has the speculum of the wing bordered with white. The Mallard is a strong flier, and is very wary. It frequents rivers, lakes, and marshes, and feeds on aquatic plants, worms, insects, and small fishes. It nests among reeds or in holes in trees, and lays from eight to twelve eggs. The young are hatched in about a month, and are able to swim and dive as soon as they leave the shell. The Mallard is a favourite game bird, and is also kept in a domesticated state in many parts of the world.

Wetzen, Schleifen, den Hauptschlag, das Knappen, welche jedem Jäger das Herz klopfen machen und welchen die Gebrüder Müller durch folgende Silben wiederzugeben versuchten: „blü blü, blü, blü, blü-dödlrrr-klack, zschiz, schiz, schiz, schiz, schiuit." Noch auffallender als viele andere Vögel ist der Auerhahn während des Balzens gleichgültig gegen die Außenwelt, vor allem unempfindlich für Lärm; selbst ein Schuß stört ihn nicht.

Aber Nebenbuhler reizen ihn, und er stürzt sich auf sie los und kämpft mit ihnen; er sucht sie aus seinem Revier zu vertreiben, was ihm leicht gelingt, wenn es sich um junge Hahnen handelt. Starke Hahnen balzen sehr intensiv und sind sehr raufluſtig und pflegen sich einen stattlichen Harem zu sichern. Es liegen offenbar ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie wir sie gleich nachher bei den polygamen Säugetieren kennen lernen werden, bei denen die Folgeerscheinungen der Werbungshandlungen besser bekannt sind.

Der Birkhahn oder Spielhahn (Tetrao tetrix) hat seine Balzplätze mehr im offenen Gelände als der Auerhahn; während letzterer nur ausnahmsweise am Boden balzt, ist dies beim Birkhahn die Norm. In Südbayern sind es die offenen Flächen der Moore im Dachauer, Weilheimer Moos usw., wo die Hähne sich in der Nähe der Birken- und Kiefernge-hölze oder der Buschwälder, in denen sie und die Hennen sich tagsüber aufhalten, abends und in der Morgenfrühe sich versammeln. Stets sind es bestimmte Örtlichkeiten, die Balz-plätze, an denen die Hahnen sich alle Jahre wieder zusammen finden; oft sind an einem Platz über 100 Hahnen versammelt, ich sah einmal dem Balzspiel von 30—40 Hahnen im Dachauer Moos zu. Im Morgengrauen fiel der erste Hahn mit eigentümlichem Zischen — tschjo—y — in der Nähe unseres Standes ein. Auf dem Boden begann er seinen Tanz, nachdem er fast 10 Minuten sich ganz still verhalten und sich überzeugt hatte, daß alles sicher sei. Beim Vorbeugen und Hüpfen ließ er sein Kollern und Schleifen ertönen, nahm ähnliche Bewegungen vor, wie wir sie beim Auerhahn geschildert haben, ganz bizarr und toll wurde sein Hüpfen, als immer mehr Hahnen unter tchjo—y, tschjo-y, einfielen, z. T. sich auf unseren Schirm beim Anflug niederlassend (vgl. Taf. XII B). Nun verbeugten, drehten, hüpften alle Hahnen wie toll umher, manchmal sprang einer einen halben Meter hoch senkrecht in die Luft. Plötzlich fuhren zwei aufeinander los, mit Schnäbeln und Füßen ein-ander zusetzend. Die Federn flogen, und einer der Kämpen verließ besiegt den Kampfplatz, um einem andern nahen Balzplatz zuzustreben und dort sein Glück zu versuchen. Andere fuhren aufeinander los, fauchten sich an, liefen umeinander herum und führten den Kampf nur pantomimisch durch. So ging es stundenlang fort, von 4 Uhr in der Frühe bis gegen 8 Uhr. Unterdessen hatten sich zahlreiche Hennen in der Nähe versammelt, welche ein leises Gackern hören ließen. Ich konnte nicht beobachten, was andere gesehen haben, daß siegreiche Hähne zwischenhinein eine Henne begatteten, um dann weiter zu balzen. Jedenfalls erfolgt die Be-gattung im Anschluß an die Balz, denn später im Tag trennen sich die Vögel wieder.

Ähnliche Vorstellungen geben viele polygame Vögel, so ist z. B. das Gebaren der Präriehühner in Nordamerika ganz außerordentlich ähnlich dem unserer Birkhähne.

Im Prinzip ähnliches finden wir vielfach bei den polygamen Säugetieren, nur daß bei ihnen in einem viel weiter gehenden Maß die rohe Kraft entscheidet. Bei den polygamen geselligen Säugetieren finden wir fast stets die erwachsenen Männchen während des größeren Teil des Jahres von den übrigen Angehörigen der Art getrennt. Oft bilden sie besondere Herden für sich, so bei Wildschweinen, z. T. Hirschen, Steinböcken, Wildschafen, Rindern, Gabelböcken, Robben usw. Auch bei diesen Formen halten sich alte Männchen ganz allein. Unterdessen leben die alten Weibchen mit den jungen Männchen und Weibchen in beson-deren Herden. Bei anderen bilden Männchen und Weibchen dauernd zusammen größere

Digitized by Google

oder kleinere Herden, so bei den Känguruhs und vielen Antilopen. Zur Paarungszeit suchen nun die alten Männchen sich einen möglichst großen Harem zu sichern. Sie treiben Weibchen zusammen und verjagen die um die Weibchen sich bemühenden anderen Männchen oft unter heftigen Kämpfen. So kommt es zur Bildung kleiner Herden, in denen nur ein altes Männchen mit einer größeren Anzahl von Weibchen vereinigt ist; in dieser Herde werden nur ganz junge, noch nicht geschlechtsreife Männchen geduldet, wie denn überhaupt bei Tieren, deren Entwicklung mehrere Jahre erfordert, die Weibchen oft schon wieder gedeckt werden, wenn sie noch die Nachkommen von früheren Jahrgängen bei sich führen.

Die Kämpfe bei solchen polygamen Säugetieren sind oft sehr erbittert und ernsthaft. Die alten Männchen sind meist in der Paarungszeit außerordentlich reizbar und kampflustig. Sie greifen alle möglichen anderen Tiere und Menschen, denen sie zufällig begegnen, oft geradezu in Raserei an. Es ist bekannt, daß Elefanten in der Paarungszeit sehr gefährlich sind. Von unsern einheimischen Tieren sind Hirsche und Wildschweine dafür berüchtigt. Der Wisent tobt in dieser Zeit durch den Wald und läßt seine Kraft auch an leblosen Gegenständen aus, indem er z. B. Bäume auswühlt. Löwen, Wölfe und andere Raubtiere sind in dieser Periode ganz besonders bissig.

Das Vertreiben der jüngeren Konkurrenten gelingt meist ohne allzu ernsthaften Kampf; man hat den Eindruck, als erprobe das junge Männchen nur den Fortschritt seiner Fähigkeiten, um sich nach Erkenntnis seiner Unterlegenheit schnell zurückzuziehen. Die alten Männchen untereinander führen aber die heftigsten, oft mit dem Tode eines der Konkurrenten endenden Kämpfe durch. Sie sind ja vielfach mit Waffen ausgestattet, welche sie von den Weibchen unterscheiden, und welche mit dem Alter und der wachsenden Kraft an Wirksamkeit enorm gewinnen können. Man denke nur an die Geweihe und Hörner der Huftiere, an die Eckzähne und Hauer der Raubtiere, Wildschweine und Affen. Unsere Hirsche kämpfen erbittert mit ihren Geweihen, und nicht selten bringen sie sich schwere Wunden bei oder verfangen sich gegenseitig mit den Enden der Geweihe, so daß sie nicht mehr voneinander loskommen und beide elend zugrunde gehen. Bei den Steinböcken und Wildschafen stoßen die alten Männchen mit voller Wucht mit ihren oft gewaltigen Gehörnen aufeinander los. Das enorme Gewicht, welches diese bei alten Männchen oft erreichen, macht den Kampf für ein junges Männchen ganz aussichtslos. Bei Ovis ammon und seinen Verwandten (O. polii usw.), dem nordamerikanischen Dickhornschaf (Ovis montanus), den zentralasiatischen Steinböcken, finden die Kämpfe an besonderen Örtlichkeiten, die den Balzplätzen vergleichbar sind, in den Felsenwildnissen der hohen Gebirge statt. Die unterliegenden Männchen werden durch die Wucht des Hornstoßes in den Abgrund geschleudert, wo oft Hunderte von bleichenden Skeletten von der Heftigkeit dieser Brunstkämpfe zeugen. Bei den Moschusochsen der Polarländer (Ovibos moschatus) kommt es auch oft zum Töten der rivalisierenden Männchen. Bei den Antilopen und Gazellen (z. B. Gazella dorcas) werden bei diesen Kämpfen oft die Hörner abgebrochen.

Harmloser pflegen die Kämpfe bei denjenigen Formen auszugehen, welche mit weniger gefährlichen Waffen versehen sind. So beißen sich Kamelhengste mit ihren Zähnen, indem sie wütend aufeinander losfahren und ihren eigentümlichen Brüllsack aus dem Munde hervorstülpen, der ihnen ermöglicht, schreckhafte Töne hervorzubringen. Huanakos, Vikugnas, Lamas beißen, spucken und treten sich. Katzen kratzen und beißen sich, Hunde bringen sich mit den Zähnen Wunden bei. Moschustiere und Muntjaks fechten mit ihren lang vorstehenden Eckzähnen, Wildschweine lassen ihre starken Hauer zusammenklirren.

So ist es denn nicht verwunderlich, wenn alte Männchen der verschiedensten Säuge-

Digitized by Google

tierarten selten in der Freiheit mit unverletzter Haut beobachtet werden, meist sind sie von vielen Narben bedeckt.

Auch schwächere, mit geringen Waffen versehene Säugetiermännchen können erbittert um die Weibchen miteinander kämpfen. Känguruhs beißen sich und boxen mit ihren Füßen aufeinander los, Insektivoren, wie Maulwürfe, können sich im wütenden Brunstkampf totbeißen, Hasen und andere Nagetiere beißen und trommeln sich manchmal zu Tode. Auch die Affenmännchen beißen einander, kratzen und schlagen sich mit den Händen.

Sehr vielfach finden wir aber wie bei den Vögeln die Tendenz, aus dem ernsthaften Kampf nur ein Scheinduell, eine Vorstellung oder Kräfteübung zu machen. So schlagen Hirsche nur mit den Geweihen aneinander, Wildschweine berühren nur gegenseitig die Hauer. Ja bei Antilopen bestehen die Scheinkämpfe manchmal nur in reigenartig erfolgenden Angriffsbewegungen, denen Zurückziehen folgt. Die Männchen der Palaantilopen führen solche Scheinkämpfe unter tanzartigen Sprüngen auf, und die Springböcke Südafrikas scheinen, wie früher schon erwähnt wurde, hauptsächlich durch eigenartige oft 2 m hohe Sprünge in krampfhafter Haltung, wobei sie ihre schöne weiße Rückenmähne entfalten, auf die Weibchen einzuwirken. Dieses sogenannte „Prunken" der Springbockmännchen muß direkt an gewisse Balztänze der Vögel erinnern.

Alle guten Beobachter stimmen darin überein, daß, wo in einer Gegend ein besonders kräftiges, schönes oder auffallendes, im Kampf oder Spiel gewandtes Männchen auftritt, es bald eine große Herde um sich versammelt, falls es zu den herdenbildenden Tieren gehört, oder sonstwie zahlreiche Nachkommenschaft erzeugt und hinterläßt, je nach den für seine Art charakteristischen Fortpflanzungsgewohnheiten.

2. Die Ehe im Tierreich.

Bei den meisten Tieren, besonders bei den niederen Tieren geht der Begattung nur eine kurze, schnell vorübergehende Vereinigung der beiden Geschlechter voraus. Das ist übrigens nicht nur bei den niederen Tieren der Fall, sondern auch bei manchen relativ hochstehenden. So ist bekannt, daß bei vielen Fischen, auch bei manchen niederen Säugetieren, wie den Edentaten (Gürteltiere), Männchen sowohl wie Weibchen verschiedene rasch vorübergehende geschlechtliche Verbindungen eingehen, wobei dann auch die Sorge für die Nachkommenschaft einzig und allein dem Muttertier zufällt.

Sehr viele niedere Tiere sterben sehr bald nach der Begattung. Das ist z. B. für viele Insekten bekannt, und den extremsten Fall stellen die Ephemeriden oder Eintagsfliegen dar, welche oft in ungeheuren Mengen nach der Begattung bzw. nach der Eiablage an den Ufern der Gewässer tot aufgefunden werden. In anderen Fällen sind es nur die Männchen, welche sehr bald nach der Begattung vom Tod ereilt werden, während die Weibchen, die noch mit der Aufzucht der Nachkommenschaft in irgendeiner Weise zu tun haben, länger am Leben bleiben. Bei den Spinnen erwartet die Männchen sehr häufig ein früher Tod, da die Weibchen nach der Begattung dieselben nicht mehr als zugehörig anerkennen und von kannibalischen Gelüsten ergriffen, sie töten und aussaugen. Bei Galeodes, einem Vertreter der Solifugen, sterben die Männchen nach Heymons bald nach der Begattung, und auch die Weibchen findet man nach Beendigung des Brutgeschäfts tot umherliegen.

Ganz selten ist bei wirbellosen Tieren ein längeres paarweises Zusammenleben der beiden Geschlechter. Abgesehen von jenen Fällen bei Würmern, in denen wir Männchen

Digitized by Google

und Weibchen von Jugend auf körperlich aneinander gefesselt fanden, sind gut beobachtete Fälle solchen Zusammenlebens nur bei Gliedertieren bekannt geworden. Gar nicht so selten scheint paarweises Zusammenleben bei Krebstieren, besonders bei den zehnfüßigen Krebsen, zu sein. Bei deren höheren Vertretern, besonders den Krabben, werden fast immer Männchen und Weibchen gleichzeitig gefangen, wenn das Netz mit Beute beladen aus der Tiefe des Meeres heraufkommt. Für nicht wenige küstenbewohnende Arten ist das Zusammenleben der beiden Geschlechter vielfach direkt beobachtet worden, so bei den höhlenbauenden Uca-(Gelasimus)-Arten (vgl. Abb. 390 S. 461), bei denen man stets ein Männchen mit einem Weibchen zusammen in einer Höhle findet. Die amerikanische Krabbe Callinectes sapidus Say hält nach Miß Rathbun in der Begattungszeit paarweise zusammen, und das Paar geht sogar gemeinsam auf Jagd aus. Die schöne bunte Garneele Stenopus hispidus (Ol.) wurde von Brooks bei den Bermudainseln stets paarweise zwischen den Korallen schwimmend angetroffen. (Vgl. hierzu auch oben S. 274 u. 278.) Unter den Insekten sind ähnliche Fälle nicht sehr selten. Bei den Termiten, bei denen je ein Männchen und ein Weibchen, ein König und eine Königin, für ihr Leben in einer Zelle zusammen eingemauert sind, muß man eher von einer Zwangsvereinigung sprechen; denn die Einmauerung geschieht durch die Arbeiter, welche ein Entweichen des Ehepaares zu verhindern wissen. Doch ist die Vereinigung von vornherein eine freiwillige, und zwar von sehr merkwürdiger Art, wie später erörtert werden wird. Die besonderen Bedingungen des Wohnortes befördern zum mindesten das dauernde Zusammenleben der beiden Geschlechter bei den Borkenkäfern. Wir haben von diesen bereits früher S. 60ff. Näheres über das Eheleben und Fortpflanzungsgeschäft erfahren. Unter den Käfern sind Blatthornkäfer, z. B. Mistkäfer, über deren Gewohnheiten wir in dem Kapitel über die Kotfresser bereits berichtet haben, oft lange über die Fortpflanzungszeit hinaus paarweise anzutreffen. Fabre hat speziell bei Minotaurus typhoeus beobachtet, daß das Weibchen sich ein Männchen aus mehreren auswählt, es stets wiedererkennt und sich mit ihm zusammenhält. Ähnliches gilt für die Coprisarten, über deren Eheleben und Brutpflege unten Näheres berichtet wird. Auch bei Lethrus apterus ist eine ähnliche Form monogamer Ehe angegeben worden. Bei Gerris und anderen Wasserwanzen bleibt das Männchen oft noch lange Zeit, nachdem die Begattung vollzogen ist, auf dem Rücken des Weibchens sitzen und läßt sich von ihm herumtragen. Sehr merkwürdig ist der gemeinsame Eierlegeflug von Männchen und Weibchen bei der Libelle Lestes sponsa L. Während die übrigen Libellenarten sich alsbald nach vollzogener Begattung trennen, hält das Männchen von Lestes sponsa sein Weibchen auch dann noch mit der Hinterleibszange am Nacken fest. Sie fliegen zusammen, das Männchen setzt sich auf Binsen nieder, in welche das Weibchen sozusagen geleitet von dem Männchen seine Eier einbohrt; ja das Paar taucht zu diesem Zweck gelegentlich sogar gemeinsam mit angepreßten Flügeln unter den Wasserspiegel. Von den Spinnentieren ist die Wasserspinne (Argyroneta aquatica) dafür bekannt, daß Männchen und Weibchen ihre glockenförmigen Wohnungen unter Wasser nicht nur nebeneinder bauen, sondern daß sie diese auch durch Röhren aus Gespinst miteinander verbinden, so daß sie während des ganzen Jahres, auch im Winter, miteinander kommunizieren. Schon bei den niederen Wirbeltieren sind Fälle von eheartigem Zusammenleben etwas häufiger. So wissen wir, daß bei Fischen, vor allen Dingen in der Zeit vor der Begattung, Männchen und Weibchen einigermaßen zusammenhalten. Dies wird für Lachse, Forellen, Barben und besonders für die brutpflegenden Fischarten angegeben, so für Stichlinge und viele der jetzt so häufig in Aquarien gehaltenen exotischen Fischarten, wie die Cyprinodonten, die Sonnenfische, Makropoden, Guramis, Kampffische usw. Wir werden später bei Besprechung der

Digitized by Google

Brutpflegegewohnheiten sehen, daß es sich nicht um sehr feste Vereinigung der männlichen und weiblichen Tiere in diesen Fällen handelt. Ebenso ist unter den Amphibien kaum ein Fall beschrieben worden, der von einem eigentlichen Eheleben zeugen würde.

Unter den Reptilien sind einige Formen bekannt, welche man oft längere Zeit paarweise vereinigt findet. So leben die Brillenschlangen in Indien in Paaren beieinander, von dem Leguan Cyclura carinata wird ähnliches angegeben, und auch die Mauereidechse wird in der Regel paarweise in ihren Löchern angetroffen.

Die Vögel sind diejenige Gruppe unter den Tieren, bei welcher wir die höchste und mannigfaltigste Ausbildung des Ehelebens kennen lernen. Aber auch bei ihnen handelt es sich vielfach nur um eine Saisonehe. Die Männchen und Weibchen vereinigen sich für eine Brunst- und Brutzeit. Auch nach dieser kann man bei einer Reihe von Formen das Männchen und Weibchen noch längere Zeit zusammenleben sehen. Sehr bekannt und viel beschrieben ist das Zusammenhalten der Männchen und Weibchen bei unsern Singvögeln, bei Schwalben, bei Enten, Gänsen, Schwänen, Tauben usw. Bei den Störchen ist oft beobachtet worden, daß dieselben Männchen und Weibchen viele Jahre hintereinander zusammenwohnten, bauten und brüteten. Ebenso ist es für die größeren Raubvögel bewiesen, daß sie jahrelang zusammenleben, und wir haben früher schon erwähnt, daß bei diesem Zusammenleben die gemeinsame Tätigkeit des Paares sich nicht auf diejenigen Handlungen beschränkt, welche das Fortpflanzungsgeschäft erfordert, sondern sich auch auf die Jagd und Erbeutung der täglichen Nahrung erstreckt. Bei manchen Arten halten die Paare sogar zusammen, wenn die Tiere sich zu großen Flügen vereinigen. So ist dies der Fall bei manchen Kiebitzen, bei Kranichen, bei Chauna chavaria (vgl. Abb. 393 S. 463), in deren Flügen immer je ein Männchen und ein Weibchen zusammen fliegen. Von Papageien wird angegeben, daß Männchen und Weibchen oft das ganze Leben lang zusammenhausen. Der nächtlich lebende Erdpapagei (Stringops habroptilus) bewohnt Höhlen; es sollen bei dieser Art Männchen und Weibchen gesonderte Höhlen bewohnen, aber jedes Ehepaar in wenig Metern Entfernung voneinander.

Eine Vogelform, bei der die ganze Organisation auf ein dauerndes Zusammenleben der beiden Geschlechter eingerichtet zu sein scheint, ist die neuseeländische Huia (Heteralocha acutirostris). Es ist dies ein den Raben verwandter Vogel, dessen Männchen sich von dem Weibchen in der Schnabelform ganz auffällig unterscheidet. Während das Männchen einen mittellangen, allerdings spitzen aber derben Schnabel besitzt, ist das Weibchen mit einem doppelt so langen, dünnen, sanft gebogenen Schnabel ausgestattet. Es ist dies eine Form von sexuellem Dimorphismus, wie sie sich bei den höheren Tieren außerordentlich selten findet.

Der Vogel kommt in den Buchenwäldern der Nordinsel von Neuseeland in einem beschränkten Gebiet vor. Es ist auffallend, wie leicht die Huias in Gefangenschaft Futter annehmen und zahm werden. Buller konnte ein Pärchen in der Gefangenschaft genau beobachten und bei dieser Gelegenheit die eigenartige Bedeutung des Schnabeldimorphismus feststellen. Die Hauptnahrung des Vogels bilden nämlich Käferlarven, vor allen Dingen die Larven eines großen nächtlichen Käfers (Prionoplus reticularis), welche in faulem Holz sehr häufig sind und in erwachsenem Zustand so groß werden wie ein kleiner Finger. Wenn man eine solche Larve dem Huia darbietet, so faßt er sie in der Mitte, setzt dann den einen Fuß fest auf sie, zieht die harten Teile ab, also vor allen Dingen den Kopf und die Mundanhänge, wirft sie in die Höhe und fängt sie mit dem Schnabel auf.

Wenn man ihm aber ein Stück Holz gab, in dem die Larve noch verborgen steckte, so

Digitized by Google

Fig. 21. The Bald Eagle (*Haliaëtus leucocephalus*), adult, at the moment of striking the Osprey (*Pandion haliaëtus*) which has just caught a fish. The Osprey, in order to escape, has turned on its back, and is presenting its talons to the Eagle. The Eagle, however, is not to be deterred from its purpose, and will probably succeed in wresting the fish from the Osprey. The Bald Eagle is the national bird of the United States of America, and is found throughout the whole of North America, from the Arctic regions to Mexico. It is a large bird, measuring from 3 feet to 3 feet 6 inches in length, and from 7 feet to 8 feet in the expanse of its wings. It builds its nest in the tops of the highest trees, and lays from two to four eggs. It feeds on fish, which it obtains either by catching them itself or by robbing the Osprey, as in the present instance. It also feeds on small mammals, and on carrion.

Plate 1 Lowland gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) in the Mbeli Bai clearing, Republic of Congo. Photo: Thomas Breuer.

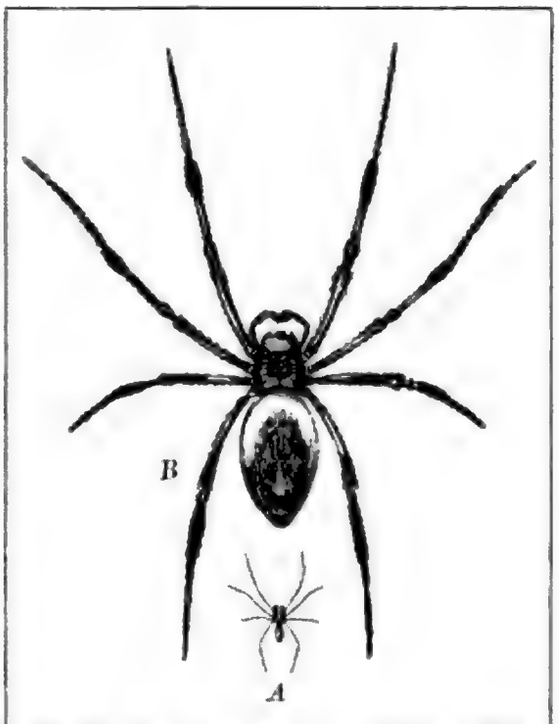


Abb. 396. Nephila nigra. *A* Männchen; *B* Weibchen in ihrem richtigen Größenverhältnis. Nach Vinson.

Es gibt nicht wenige Tierarten, bei denen ein Männchen befähigt und wohl auch durch die Biologie der Art darauf eingerichtet ist, mehrere Weibchen zu begatten. Ihnen stehen viele Arten gegenüber, bei denen ein Weibchen auf mehrere Männchen angewiesen ist. Wie diese Verhältnisse im einzelnen zusammenhängen, ist oft schwer zu ergründen. Es ist z. B. leicht zu beobachten, daß Ameisenköniginnen von mehreren Männchen befruchtet werden. Der Samenvorrat im Receptaculum seminis einer Ameisenkönigin kann also von ganz verschiedenartiger Herkunft sein. Eine Bienenkönigin dagegen wird bekanntlich nur von einer einzigen Drohne begattet. Der Spermavorrat, mit dem sie, wie die Erfahrung lehrt, bis zu sieben Jahre lang, die ganze Arbeiterschar eines Stockes zu erzeugen vermag, ist also auf einen einzigen Vater zurückzuführen. Im allgemeinen dürfte bei den Insekten einmalige Begattung eines Weibchens durch ein Männchen die Regel sein; das gilt vor allem für die kurzlebigen Formen, deren ganzes Imagoleben der Erfüllung der Fortpflanzungsfunktionen gewidmet ist. Bei den langlebigen Arten jedoch begattet oft ein Männchen mehrere Weibchen, und ebenso kann ein Weibchen mehrere Male hintereinander von verschiedenen Männchen begattet werden. Daß ein Männchen mehrere Weibchen begattete, wurde bei Hemipteren (Aphiden), bei Dipteren (Musca domestica, Sarcophaga carnaria), bei Lepidopteren (Bombyx, Psychiden, Saturniden), bei Käfern (Chysomela, Coccinelliden, Maikäfern) festgestellt. Neuerdings hat Blunck bei Dytiscus marginalis L., dem Gelbrand, beobachtet, daß sowohl Begattung eines Weibchens durch mehrere Männchen als auch mehrerer Weibchen durch ein Männchen regelmäßig vorkommt. Dagegen ist bei den Insekten mehrmalige Begattung des gleichen Paares wohl ein abnormes Vorkommnis, das nur bei gefangen gehaltenen Tieren gelegentlich beobachtet wurde. Auch ist mehrmalige Begattung eines Weibchens in kurzen Intervallen eine seltene, in den meisten Fällen abnorme und vielfach das Weibchen schädigende Erscheinung. Bei Schmetterlingen genügt jedenfalls nach vielen Beobachtungen einmalige Begattung zur Befruchtung sämtlicher vom Weibchen hervorgebrachten Eier.

Bei den Spinnentieren scheint mehrmalige Begattung eines Weibchens sehr häufig vorzukommen. Die Männchen sind jedenfalls imstande, mehrere Weibchen zu befruchten, und tun dies in der Regel. So berichtet Heymons von den Solifugen, daß die zahlreichen Männchen umherstreifen und nach Weibchen suchen. Jedes Männchen von Galeodes caspius ist imstande und hat die Tendenz, mehrere Begattungen auszuführen. Die große Zahl der Männchen im Verhältnis zu den Weibchen läßt wahrscheinlich erscheinen, daß die Mehrzahl der Weibchen mehreremal begattet wird; es ist solche wiederholte Begattung durch verschiedene Männchen jedenfalls öfters gesehen worden.

Auch bei den echten Spinnen kommt mehrmalige Begattung vor. So hat Gerhardt beobachtet, daß Kreuzspinnenweibchen (Epeira diadema L.) sich kurz hintereinander von

Fig. 1. Common Porpoise (*Phocæna communis*). Length 5 feet. Coast of Scotland.

Fig. 2. Bottle-nosed Whale (*Hyperoodon rostratus*). Length 30 feet. Coast of Scotland.

Fig. 3. Common Dolphin (*Delphinus delphis*). Length 8 feet. Coast of Scotland.

Fig. 4. Sperm Whale (*Physeter macrocephalus*). Length 60 feet. Coast of Scotland.

Fig. 5. Narwhal (*Monodon monoceros*). Length 15 feet. Greenland.

Fig. 6. Beluga (*Delphinapterus leucas*). Length 15 feet. Greenland.

Fig. 7. Common Seal (*Phoca vitulina*). Length 5 feet. Coast of Scotland.

Fig. 8. Ringed Seal (*Phoca hispida*). Length 4 feet. Greenland.

Fig. 9. Bearded Seal (*Phoca barbata*). Length 8 feet. Greenland.

Fig. 10. Harp Seal (*Phoca Grœnlandica*). Length 6 feet. Greenland.

Fig. 11. Hooded Seal (*Cystophora cristata*). Length 8 feet. Greenland.

Fig. 12. Walrus (*Trichechus rosmarus*). Length 12 feet. Greenland.

Fig. 13. Sea Lion (*Otaria jubata*). Length 10 feet. Coast of California.

Fig. 14. Sea Bear (*Callorhinus ursinus*). Length 6 feet. Coast of California.

Fig. 15. Sea Otter (*Enhydris lutris*). Length 4 feet. Coast of California.

Fig. 16. Manatee (*Manatus americanus*). Length 12 feet. Coast of Florida.

Fig. 17. Dugong (*Halicore dugong*). Length 10 feet. Coast of Australia.

Fig. 18. Steller's Sea Cow (*Rhytina Stelleri*). Length 25 feet. Behring's Island.

chen nach dem andern an seine Seite und spritzt seine Samenflüssigkeit in das die Eier umwirbelnde Wasser, wo die Befruchtung vollzogen wird. Oft scheint es aber auch zur Besamung durch nur ein Männchen zu kommen, nachdem dies vorher in Kämpfen seine Nebenbuhler vertrieben hat. Die Eier werden nach erfolgter Befruchtung in der Grube durch Schwanzbewegungen der Tiere in flüchtiger Weise mit Sand und Steinchen überdeckt und dann sich selbst überlassen. Bei dieser unvollkommenen Befruchtungsmethode wird nur ein geringer Prozentsatz der Eier befruchtet, während die große Mehrzahl abstirbt. Auf einer Vermeidung der drohenden Schädigungen und Ausnützung der günstigen Chancen bei künstlicher Befruchtung beruhen die großen Erfolge der künstlichen Fischzucht. Von den Karpfen (Cyprinus carpio L.) ist es ganz sicher, daß sie polyandrisch sind, d. h. mehrere Männchen verfolgen ein Weibchen und spritzen ihren Samen über dessen Eier, die an Wasserpflanzen angeklebt werden.

Unter den Fischen sind ferner die Stichlinge ein charakteristisches Beispiel für Polygamie, und zwar für Polygynie (Vielweiberei). Wenn ein Stichlingsmännchen ein Nest gebaut hat, so sucht es mehrere (5—7) Weibchen nacheinander zur Ablage von Eiern in sein Nest zu bewegen; jede abgelegte Eiportion wird von ihm sogleich besamt.

Ähnlich wie wir in den angeführten Fällen die Tiere bald monogam bald polygam veranlagt sahen, so können wir auch in den Fällen von mehr oder minder dauerhafter Ehe feststellen, daß dieselbe bald als Monogamie, bald als Polygamie ausgebildet ist. Die meisten vorhin erwähnten Fälle von Eheleben bei den Tieren bezogen sich auf monogame Ehe. Bei all jenen Krebsen und Insekten, bei der Mehrzahl der Vögel und bei den Säugetieren handelte es sich stets um ein Männchen und ein Weibchen, welche größere Abschnitte ihres Lebens gemeinsam verbringen und in dieser Zeit gemeinsame Tätigkeiten ausüben.

Auch bei den Vögeln handelt es sich bei der Mehrzahl der Arten um monogame Ehe. Das Männchen und Weibchen, welche sich miteinander vereinigt haben, bauen gemeinsam ein Nest, ziehen gemeinsam die Brut auf, und wenn es Tiere sind, welche in einem Jahr mehrmals brüten, so führen sie auch in der Regel die sämtlichen Bruten gemeinsam durch. Die Vögel bieten uns aber auch eine große Anzahl von Beispielen von Polygamie. Die bekanntesten polygamen Vögel sind die Hühnervögel, unter ihnen der Haushahn mit seinem Harem als typischer Vertreter. Polygam sind aber auch viele wilde Hühnerarten, so das Birk- und Auerwild, die Fasanen, während andere Hühnervögel, wie Reb-, Hasel- und Moorhuhn streng monogam sind. Ebenso herrscht bei den Straußenvögeln Polygamie. In all diesen Fällen handelt es sich um Arten, bei denen ein Männchen eine größere Anzahl von Weibchen um sich versammelt und mit ihnen Nachkommenschaft erzeugt. Während aber bei den Haushühnern der Hahn seine Hennen dauernd beisammen behält, verläßt der Birkhahn und der Auerhahn die seinigen unmittelbar nach der Begattung. Abgesehen von den kurzen Momenten, in denen sich beide Geschlechter auf den Balzplätzen treffen, führen bei letzteren Arten die erwachsenen Individuen beider Geschlechter ein vollkommen getrenntes Leben. Nun gibt es aber auch eine Anzahl von Arten, bei denen Polyandrie herrscht, d h. bei denen auf ein Weibchen mehrere Männchen kommen. Dies ist z. B. der Fall bei den Kuckucksvögeln und bei den Tinamus. Wir werden in einem der nächsten Abschnitte auf die beiden Formen der Polygamie bei den Vögeln zurückkommen müssen, um dann auseinanderzusetzen, welchen wichtigen Einfluß die Form der Ehe auf die Brutpflege und Aufzucht der Nachkommenschaft ausübt.

Soweit man bei den Säugetieren von Ehe überhaupt reden kann, handelt es sich, wie die wenigen oben angeführten Beispiele beweisen, sehr selten um Monogamie. Bei Huftieren

und Robben sehen wir Formen der Polygamie, welche uns sehr an die geschlechtlichen Gewohnheiten mancher Hühnervögel erinnern. Wir sehen bei solchen Tieren die starken erwachsenen Männchen im Kampf mit ihren jüngeren und schwächeren Geschlechtsgenossen sich eine Anzahl von Weibchen sichern. Diese Weibchen werden auch durch Kämpfe gegen Zudringlichkeiten von Nebenbuhlern verteidigt, aber nur selten ist ein ausgesprochenes Eheleben entwickelt. Besonders genau sind die Einzelheiten der Lebenserscheinungen bei einem Seesäugetier bekannt, welches den äußersten Norden des Stillen Ozeans bewohnt. Dessen gesamte Biologie gibt uns ein so gutes Bild der Polygamie bei den Säugetieren und von ihren Folgen für das ganze Leben der Tiere, daß wir sie ausführlicher darlegen wollen. Es ist dies die Pelzrobbe, der Furseal der Engländer (Callorhinus ursinus L.), jenes Tier, welches den unter dem Namen Sealskin bekannten kostbaren Pelz liefert. Es wird zur Fortpflanzungszeit auf einigen kleinen Inselgruppen im Norden des Behringsmeeres angetroffen, wo es auch jetzt noch in großen Scharen zusammenkommt, obwohl die Verfolgung durch den Menschen die Zahlen, in denen das Tier früher vorkam, sehr gemindert hat. Heutzutage gibt es in der Hauptsache noch zwei große Herden, von denen die eine auf den, den Kurilen benachbarten, russischen Kommandeurinseln ihre Brutheimat hat, während die andere in der Nähe der Küste von Alaska auf den amerikanischen Pribilofinseln im Sommer sich versammelt. Merkwürdigerweise sind die beiden Herden stets getrennt, ihre Mitglieder vermischen sich nicht miteinander, und erfahrene Pelzhändler können nach Form des ganzen Felles, Farbe und Beschaffenheit des Haarkleides und anderen Merkmalen die Angehörigen der beiden Herden immer scharf voneinander unterscheiden. Der Pelz dieser Robben ist so außerordentlich wertvoll, daß er in dem Wirtschaftsleben der Staaten, welche am Fang der Pelzrobbe beteiligt sind, eine nicht unwesentliche Rolle spielt. Unter der russischen Regierung wurden im Jahr etwa 70000 Felle erbeutet, ohne daß eine Abnahme der auf den Pribilofinseln beheimateten Herde bemerkbar gewesen wäre. Als die Inseln unter amerikanische Herrschaft kamen, wurden im Jahre 1868 240000 Felle erbeutet. In den Jahren 1871—1889 stand der Fang unter bestimmten Regulationen, und es war gestattet, im Jahre 100000 Felle einzusammeln. Später wurde die Zahl auf 60000 reduziert. Obwohl alle Rücksicht auf die biologischen Eigentümlichkeiten des Tieres genommen wurde, nahm ihre Zahl auf den Pribilofinseln sehr stark ab. Es wurde dies darauf zurückgeführt, daß Angehörige anderer Völker außer den Amerikanern am Fang der Pelzrobben teilnahmen, wobei auf die biologischen Eigentümlichkeiten des Tieres keine Rücksicht genommen wurde. Vor allem war die sogenannte pelagische Fischerei, das Töten der Weibchen im freien Meer, verderblich. So entspann sich ein Streit zwischen Amerika, Rußland und England, in welchen zeitweise auch Japan mithineingezogen wurde, und die sogenannte Behringsmeerfrage, die sich hauptsächlich um den Fang der Pelzrobben drehte, beschäftigte jahrelang die Diplomaten und Behörden der beteiligten Staaten. Der Streit wurde durch die Arbeit einer Kommission erledigt, welche unter Heranziehung von Gelehrten, Seeleuten, Fischern, Jägern, Pelzhändlern usw. mit größter Gründlichkeit die Lebensbedingungen und die Lebensweise der Pelzrobbe feststellte und auf Grund — man kann direkt sagen einer wissenschaftlichen Untersuchung — ihren Spruch fällte. Es wird aus der Darstellung hervorgehen, die im folgenden als ein kurzer Auszug aus den 19 Bänden, in denen die Arbeit der Behringsmeerkommission zusammengefaßt ist, gegeben werden soll, in welcher Weise eine genaue Kenntnis der Lebensweise des Tieres für die Rechtsfrage bedeutungsvoll war.

Wir haben schon hervorgehoben, daß die beiden Herden der Pelzrobbe sich nie miteinander vermischen. Auf den Kommandeurinseln und auf den Pribilofinseln finden sich immer

Digitized by Google

Bronze Age Cycladic figurines, 3rd millennium BC, Museum of Cycladic Art, Athens

Ancient Greek art was produced in Greece and the Greek-speaking cities of the Mediterranean and Black Sea regions during the Archaic period (8th–6th centuries BC) and Classical period (5th–4th centuries BC). Greek architecture influenced Etruscan and Roman architecture, and Greek motifs were copied or adapted by Roman artists. Ancient Greek pottery painting developed from the Geometric style (10th–8th centuries BC) to the Archaic style (7th–6th centuries BC) and Classical style (5th–4th centuries BC). Ancient Greek sculpture developed from the Archaic style (8th–6th centuries BC) to the Classical style (5th–4th centuries BC). Ancient Greek sculpture was mainly used to decorate temples and public spaces, and existed in large quantities. Bronze sculpture was common, but few examples survive because most were melted down for reuse. Ancient Greek sculpture was also used to decorate pottery.

Hergé, *Tintin au pays des Soviets*, 1929. Tintin et Milou sont arrivés à Moscou. Ils sont accueillis par des ouvriers qui les acclament. Ils sont entourés de drapeaux rouges et de portraits de Staline. Ils sont dans un décor de neige. Ils sont dans un décor de neige. Ils sont dans un décor de neige

JOHN O'GROATS. Here, at the north-east corner of Caithness, is the most northerly point of the mainland of Great Britain. The name is derived from a Dutchman, John Groat, who in the 15th century was granted a ferry between here and Orkney. The ferry is now a regular steamer service, and the pier is a busy place in summer. The village is a small one, with a few houses, a hotel, and a post office. The hotel is a popular resort for tourists who come to see the famous signpost with the distances to various places. The signpost is a modern one, erected in 1876. The distances are given in miles to Land's End, Cape Wrath, Dunnet Head, and other places. The hotel was built in 1875 and has been enlarged several times. It is a comfortable house, with a good view of the sea. The village is a small one, with a few houses, a hotel, and a post office. The hotel is a popular resort for tourists who come to see the famous signpost with the distances to various places. The signpost is a modern one, erected in 1876. The distances are given in miles to Land's End, Cape Wrath, Dunnet Head, and other places. The hotel was built in 1875 and has been enlarged several times. It is a comfortable house, with a good view of the sea.

Sandy Island, Queensland, 1770. Sketch by Sydney Parkinson, Cook's artist on the *Endeavour*. Parkinson's sketches were the basis for the engravings in the official account of Cook's first voyage, published in 1773. Cook's ship is shown in the distance, and the sketch includes notes on the colours of the sea and sky. Parkinson died of dysentery on the return voyage and never saw the finished publication.

Sandy Island, Queensland, 1770. Sketch by Sydney Parkinson, Cook's artist on the *Endeavour*. Parkinson's sketches were the basis for the engravings in the official account of Cook's first voyage, published in 1773. Cook's ship is shown in the distance, and the sketch includes notes on the colours of the sea and sky. Parkinson died of dysentery on the return voyage and never saw the finished publication.

von Patagonien und Feuerland führen nur kleine Wanderungen in der Umgebung aus. Die Pelzrobben der Pribilofinseln bleiben in manchen milden Wintern das ganze Jahr auf den Inseln und in ihrer unmittelbaren Umgebung. Normalerweise halten sie sich aber nur acht Monate dort auf.

Ich habe die Schilderung des Lebens der polygamen Pelzrobbe etwas ausführlich gehalten, weil eingehende Beobachtungen über das Eheleben von Säugetieren in der Literatur sehr selten sind. Bei manchen polygamen Huftieren scheinen aber ähnliche Verhältnisse vorzuliegen wie bei den Pelzrobben. Von den meisten Tierarten wissen wir aber noch sehr wenig über Geschlechts- und Familienleben. Bei den Elefanten finden wir Herden von 30 bis 50 Stück, Alte und Junge, Männchen und Weibchen. Die Führung in der Herde hat, wie bei den meisten Huftieren, ein altes Weibchen; doch dominiert, wie das besonders vom indischen Elefanten genauer bekannt ist, ein altes Männchen, das durch Kampf seine Stellung behauptet und wohl alle oder doch die meisten Weibchen der Herde deckt.

Polygam sind auch die Kamele, Lamas, Huanakos, Vikunas, ebenso sämtliche Wildschafe, Steinböcke und Wildziegen. Bei Schafen und Ziegen sind es fast immer alte Männchen, welche mit kleinen Rudeln von Weibchen, aber nur während der Brunstzeit und höchstens ein wenig über dieselbe hinaus, umherziehen und alle fremden, jungen Männchen durch Kämpfe abweisen. Auch unter den Rindern ist Polygamie die Regel, dabei ist aber zu bemerken, daß bei ihnen in der Regel Männchen und Weibchen gesonderte Herden bilden, und daß nur zur Paarungszeit die Männchen sich mit einem Rudel von Weibchen umgeben. Bei den großen Antilopen sind die Verhältnisse meist ähnliche wie bei den Rindern, während die kleinen Antilopenarten sehr vielfach in Monogamie zu leben scheinen. Ganz ähnlich steht es bei den Hirschen, bei denen die kleinen Zwergformen, wie die Spießhirsche, ebenso wie die nahe verwandten Moschustiere, paarweise leben, während die Rehe meistens in kleinen Rudeln vorkommen, welche aus einem Bock mit 2—3 Geisen bestehen. Doch ist es bekannt, daß bei den Rehen meist der Bock längere Zeit mit einem einzelnen Weibchen sich zusammenhält. Vom Pampashirsch in Südamerika wird angegeben, daß er bald paarweise, bald in kleinen Rudeln lebt. Bei den großen Hirscharten sind meist die Männchen den größten Teil des Jahres von den Weibchen getrennt, nur zur Brunstzeit bilden sie sich ihren Harem. So leben auch der Wapiti, der virginische Hirsch, und die größeren Hirscharten der Tropen, wie Schweinshirsch und Aristoteleshirsch. Von den Sirenen soll das Dujong meist paarweise angetroffen werden; unter den Raubtieren wird von Wölfen, Füchsen und Bären angegeben, daß sie vielfach in Paaren die Fortpflanzungszeit und zum Teil eine gewisse Zeit darüber hinaus verleben. Für die Affen und selbst die Menschenaffen scheint dagegen festzustehen, daß sie stets in Polygamie leben. Auch bei ihnen erkämpfen sich die alten Männchen eine Anzahl Weibchen und treiben die jungen Männchen immer aus ihrer Nähe weg. Es gibt zwar Angaben, welche zu beweisen scheinen, daß Schimpansen und Gibbons monogam sind. Mir sind sie etwas zweifelhaft, weniger beim Schimpansen als bei den Gibbons, welche in Familienherden leben und somit wohl ähnlich wie die anderen Affen polygam sein werden. Nähere Angaben über die Beziehungen der Geschlechter finden sich in dem Kapitel über Familienleben und Herdenbildung weiter unten.

3. Geschlechtsreife.

Sehr viele wirbellose Tiere sind geschlechtsreif, sobald sie ihre Entwicklung abgeschlossen haben. Oft sind die Geschlechtsorgane die letzten Organe, welche zur vollkommenen Ausbildung gelangen, obwohl sie embryonal meist sehr früh angelegt werden bzw. das für sie

Digitized by Google

bestimmte Zellmaterial von den übrigen Embryonalzellen abgesondert wird. Es wäre aber unrichtig, anzunehmen, daß die wirbellosen Tiere, wenn sie geschlechtsreif geworden sind, d. h. wenn ihre Geschlechtsorgane voll entwickelt und funktionsfähig sind, nicht mehr wachsen und sich auch sonst nicht mehr körperlich verändern.

Ein frühzeitiges Eintreten der Fortpflanzungsfähigkeit ist vielmehr bei nicht wenigen Arten von wirbellosen Tieren als mehr oder weniger regelmäßige Erscheinung beobachtet worden. Chun hat z. B. feststellen können, daß die Larven gewisser Rippenquallen (Ktenophoren), und zwar die sog. Mertensiastadien von Eucharis multicornis (Abb. 402) und Bolina hydatina zur Reife gelangen, d. h. entwicklungsfähige Geschlechtsprodukte hervorbringen können. Wenn sie herangewachsen sind und ihre Metamorphose vollendet haben, treten sie von neuem in eine Periode der Produktion von Geschlechtsstoffen ein. Die gleichen Individuen waren also schon als Larven geschlechtsreif und werden es wieder als ausgebildete Tiere. Ähnliches konnte ich vielfach bei dekapoden Krebsen beobachten. Diese Tiere brauchen oft eine ganze Reihe von Jahren, ehe sie ganz erwachsen sind. Im dritten oder vierten Jahre haben sie aber oft nach vollendeter Metamorphose und ausgiebigem Wachstum schon Fortpflanzungsfähigkeit, obwohl sie oft noch gar nicht alle Charaktere, wie z. B. Panzerskulpturen u. dgl., ausgebildet haben, welche für die Spezies charakteristisch sind. Es können Krabben geschlechtsreif sein, die noch einen Teil des larvalen Stachelkleides tragen. Auch unser Flußkrebs kann schon im dritten Lebensjahre Eier bzw. Sperma hervorbringen. Bei den nicht ganz erwachsenen Weibchen kann man leicht feststellen, daß die Zahl der an den Hinterleibsfüßen transportierten Eier viel geringer ist als bei den ganz ausgewachsenen. Für Crustaceen überhaupt ist charakteristisch, daß sie nach erfolgter Geschlechtsreife noch wachsen und sich regelmäßig häuten. Besonders häufig läßt sich bei niederen Tieren nachweisen, daß sie in die Fortpflanzungstätigkeit eintreten, ehe sie die für die betreffende Art normale Körpergröße erlangt haben. So wachsen auch fast alle Mollusken noch regelmäßig weiter, wenn sie schon die Geschlechtsreife erlangt haben. Dasselbe gilt auch für viele Wirbeltiere, besonders für Fische, Amphibien und Reptilien, während bei Vögeln und Säugetieren nach der Geschlechtsreife kein starkes Wachstum mehr zu erfolgen pflegt. Immerhin machen in dieser Beziehung viele Fische, Amphibien und Säugetiere eine Ausnahme. Auch Schildkröten wachsen viele Jahre nach erlangter Geschlechtsreife weiter. Unter den Säugetieren gilt dies vor allem für Hirsche und andere Huftiere, doch auch für Raubtiere und Affen; auch der Mensch wächst nach den Pubertätsjahren noch relativ stark.

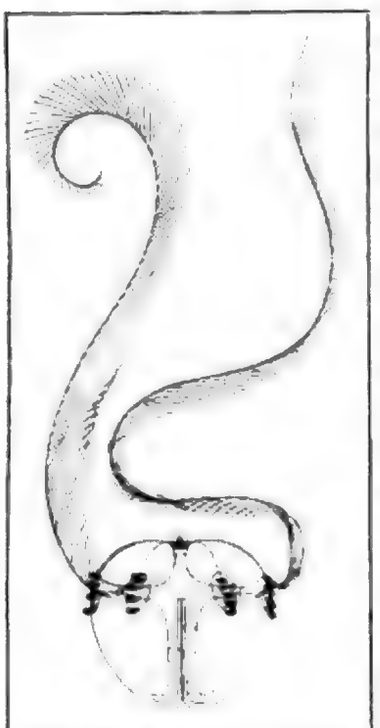


Abb. 402. Mertensiastadium von Eucharis multicornis. Die punktierten Ovale bei den Rippenfeldern sind die larvalen Geschlechtsorgane. Vergr. Nach Chun.

Im großen und ganzen dürfen wir aber doch sagen, daß ein enger Zusammenhang zwischen Wachstum und Fortpflanzungsfähigkeit besteht. Meist tritt letztere nicht ein, ehe ersteres zum größten Teil abgeschlossen ist. Das ist bei vielen kleinen und niedrigen Tierformen schon nach sehr kurzer Zeit — vom Moment der Befruchtung ab gerechnet — der Fall. Bei Tieren, welche sich mehrmals fortpflanzen, pflegt die Menge der Geschlechtsprodukte bei den ersten Fortpflanzungsperioden zuzunehmen, um später wieder zurück-

Digitized by Google

zugehen. Alte Tiere bringen immer weniger Geschlechtsprodukte hervor und können schließlich ganz steril werden.

Bei vielen niederen Tieren fällt der Moment der Geschlechtsreife mit dem des Ausgewachsenseins zusammen. Bei den Insekten, besonders den niederen Formen, ist das Tier beim Abschluß der Metamorphose geschlechtsreif. Nach dem Verlassen der Puppenhülle wächst ja ein Insekt nicht mehr, und Häutungen finden nicht mehr statt. So haben wir schon Fälle erwähnt (S. 432), aus denen hervorgeht, daß viele Schmetterlinge, besonders Eulen, Spinner, Spanner und andere niedere Gruppen, sogleich nach dem Verlassen der Puppenhülle sich begatten können. Entsprechendes gilt für viele andere Insekten, auch für solche mit unvollkommener Metamorphose. Diese Formen haben auch im Moment des Ausschlüpfens aus der Puppe bzw. aus der letzten Häutung schon alle sekundären Geschlechtsmerkmale fertig ausgebildet.

Die beifolgende Tabelle (S. 482—485) läßt einige Regeln über das Alter der Geschlechtsreife erkennen. Wir sehen aus ihr, daß im allgemeinen bei gleicher Organisationshöhe kleine Tiere früher geschlechtsreif werden als große. Doch gilt diese Regel nicht allgemein. So sind z. B. die Insekten mit sehr langer Entwicklungszeit, wie die aufgeführten Käferarten und die Cicada septemdecim, nicht gerade die größten Vertreter ihrer Ordnungen. Eine größere Regelmäßigkeit läßt sich in der Abhängigkeit der Geschlechtsreife von den allgemeinen Lebensverhältnissen der betreffenden Tierarten erkennen. So sehen wir Tiere, deren Lebensperiode kurz, deren Aufenthaltsort z. B. durch ein baldiges Austrocknen bedroht ist, wie z. B. Rädertierchen, Cladoceren, Tardigraden, rasch die Entwicklung bis zur geschlechtlichen Fortpflanzung durchlaufen, während ihre in großen Seen lebenden Verwandten erheblich länger zu ihrer Entwicklung brauchen.

Temperatur und Nahrung beeinflussen ebenfalls die Erreichung der Geschlechtsreife in hohem Grade. Bei hohen Temperaturen wird die gleiche Tierart rascher geschlechtsreif als bei tiefer. Bekannt ist das ja z. B. vom Menschen in den Tropen. Ebenso beschleunigt starke Ernährung, auch mit besonderen Arten von Nahrungsstoffen, den Eintritt der Reife. Bei den Weibchen der Stechmücken reifen die Eier in den Ovarien überhaupt erst dann und nur dann heran, wenn das Tier vorher Blut gesaugt hat. Vorzeitige Reifung, Neotenie und die eigenartigen mit diesen Phänomenen zusammenhängenden Tatsachen sind im ersten Band, S. 589, dargestellt.

Schließlich muß hervorgehoben werden, daß sowohl sehr übermäßige Ernährung als auch zum Teil nicht genauer analysierte Einflüsse der Gefangenschaft bei Tieren, die der Mensch in Käfigen oder sonstigen Behältern zu züchten versucht, den Eintritt der Geschlechtsreife dauernd verhindern können.

Bei vielen Tieren tritt die Geschlechtsreife im männlichen und weiblichen Geschlecht zu verschiedener Zeit ein. Im ersten Band, S. 505, wurde diese Erscheinung schon für die zwittrigen Tiere besprochen. Es wurde dort gezeigt, daß durch verschiedenzeitige Reifung der Geschlechtsprodukte ein Zwitter zeitweise in der Funktion reines Männchen, zeitweise Weibchen sein kann. Aber auch bei den getrenntgeschlechtlichen Tieren finden wir analoge Unterschiede, welche offenbar dieselben Ursachen und Zwecke haben. Besonders charakteristisch ist die Proterandrie, das Erscheinen der Männchen vor den Weibchen, bei vielen einjährigen Insekten. Man kann es bei Fliegen, Schmetterlingen, Bienen leicht beobachten. Schon früher (S. 432) haben wir die Fälle erwähnt, in denen Schmetterlingsmännchen, oft in größeren Scharen, das Ausschlüpfen der noch in den Puppenhüllen steckenden Weibchen ungeduldig erwarten. Ähnliches ist vor allem bei den solitären Bienen als regelmäßige Er-

Digitized by Google

scheinung zu beobachten. An einer Lehmwand, die von den Bruthöhlen einer Osmiakolonie erfüllt ist, kann man im Frühling oft schon vier Wochen vor den Weibchen die Männchen umherschwärmen sehen. Sie tanzen im Sonnenschein vor der Lehmwand auf und ab, halten sich vor den verstopften Löchern, in denen die Weibchen noch in der Puppenhülle schlummern, auf, suchen die ganze Wand nach solchen ab und sind bereit, sich auf das erste erscheinende Weibchen zu stürzen. Die gleiche Erscheinung tritt uns bei Raubwespen und manchen Schlupfwespen (vgl. S. 432) entgegen.

Auch bei vieljährigen Tieren sehen wir nicht selten das eine Geschlecht, und zwar meist das männliche, früher geschlechtsreif werden als das andere. So wird z. B. der junge Lachs im männlichen Geschlecht als Sälmling schon im zweiten Jahre noch im Süßwasser laichfähig. Bei der Seeforelle (Salmo lacustris L.) werden die Männchen schon auf der zweiten, die Weibchen erst auf der dritten der unterschiedenen fünf Entwicklungsstufen laichreif. Bei der amerikanischen Krabbe Collinectes sapidus wird dagegen das Männchen erst im vierten, das Weibchen schon im dritten Sommer geschlechtsreif. Und bei der Bienenkönigin dauert die Entwicklung nur 16 Tage, während sie bei der Drohne 24 Tage erfordert.

Es sei hier noch auf eine bemerkenswerte Tatsache hingewiesen, welche uns zum Verständnis später zu erörternder Gewohnheiten der Tiere, z. B. der Zugvögel, von Wichtigkeit sein wird. Viele junge Tiere führen schon zu einer Zeit, in der sie noch nicht geschlechtsreif sind, also noch keine reifen Geschlechtszellen in ihren Geschlechtsorganen aufweisen, Bewegungen und Handlungen aus, welche durchaus an diejenigen der Brunstzeit erinnern. Man kann junge Hähne, vor allem aber junge Hunde, Stierkälber, männliche Füllen die Weibchen ihrer Art besteigen, Begattungsbewegungen usw. ausführen sehen. Zum Teil sind solche vergebliche Versuche als Probierbewegungen zu deuten; jedes Tier führt solche gelegentlich scheinbar zwecklos mit seinen Organen aus. Wir haben von diesen Probierbewegungen schon öfters gesprochen. Zum Teil dürfen wir aber auch annehmen, daß diejenigen Stoffe (Hormone, vgl. Bd. I, S. 762 und weiter unten S. 493), welche die definitiven Brunstgewohnheiten der geschlechtsreifen Tiere bedingen, auch bei den unreifen Individuen während des Wachstums der Geschlechtsorgane erzeugt werden, in den Körper austreten und spezifische Wirkungen auslösen.

Entwicklungsdauer bis zur Geschlechtsreife.

Art	Zeit	Bemerkungen
Turbellarien		
Mesostomum Ehrenbergi	2—3 Wochen 3—4 „	aus Sommerei aus Winterei
Rotatorien		
Hydatina senta	1—2 Tage 4—6 „	bei 18—24 °C bei 7—14 °C
Bandwürmer ab Finnenstadium		
Taenia solium	unter 11—12 Wochen	
T. coenurus	„ 3—4 „	
Bothriocephalus latus	3—4 Wochen	
Trematoden	ca. ½ Jahr	
Nematoden		
Rhabditis aberrans Kr.	Spermienbildung 9. Tag Eireife 10.—11. Tag	(Krüger)
Erdnematoden (Rhabditis)	3, 4—7 Tage	(Maupas, Potts)
Ancylostoma	ca. 5 Wochen	(Looss)
Ascaris lumbricoides	9—10 Wochen	

Digitized by Google

Art	Zeit	Bemerkungen
Daphniden	[Tage	
D. pulex	♀ Weibchen aus Winterei 18—19	(Weismann)
	♀ Jungfernweibchen 12 Tage	aus Winterei
Kopepoden	Wochen und Monate	(Scheffelt)
Asellus aquaticus	ca. 6 Monate	
Gammarus pulex und fluviatilis	3 Monate	
Flußkrebs	3 Jahre	
Hummer	5 „	
Krabben (Callinectes sapidus)	♂ im 4. Sommer	
	♀ im 3. „	Begattung; jedoch Eiablage erst
Spinnen	1 Jahr	1 Jahr später
Insekten		
Blatta orientalis	4 Jahre	
Libellen	1—2 Jahre	
Eintagsfliegen	½—3 Jahre	
Heuschrecken		
Käfer		
Cerambyx heros	3—4 Jahre	
Saperda populnea	2 Jahre	(Boas)
Andere Bockkäfer	4—5 Jahre	
Hirschkäfer	5 Jahre	
Maikäfer	3—4 Jahre	
Dipteren	oft wenige Wochen, 8—20 Tage	
Musca vomitoria	4 Wochen	
Schmetterlinge	oft wenige Wochen	
Bombyciden	1—2 Jahre,	
Hymenopteren	½—1 Jahr	
Bienenkönigin	16 Tage	
Drohne	24 „	
Bienenarbeiterin	20 Tage	
Blattläuse	ca. 10 Tage	
Lymnaeus stagnalis	3—6 Monate	
Landschnecken (Heligarten)	ca. 1 Jahr	
Nacktschnecken		
Amalia marginata	8—10 Monate	
Limagarten	8 Monate	
Muscheln		
Austern	2—3 Jahre	(Moebius)
Fische		
Aale	♂ 4 Jahre	Italien (Bellini)
	♀ 5—7 Jahre	
	♂ 4½—6½, selten bis 8½ J.	Dänemark (Gemzoe)
	♀ 6½—8½ Jahre	
Forellen	2—4 Jahre	
Lachs	mindestens 3 Jahre	
Blauselchen	3 Jahre	Bodensee
Hering		
Frühjahrshering der Schley	3—4 Monate	
Herbsthering der westl. Ostsee	7—8 „	
Fundulus gularis Boul.	3 Monate	nach Erfahrungen der Aquarien-
Rivulus ocellatus Hens.	6 „	liebhaber
Poecilia vivipara Bl. u. Schn.	2—3 Monate	
Ctenops vittatus Cuv. u. Val.	3—4 „	
Macropodus cupanus C. u. V.	2—3 „	

Digitized by Google

Art	Zeit	Bemerkungen
Gambusia affinis G. u. B.	ca. 1 Jahr	
Gambusia bimaculata Heck.	ca. 6 Monate	
Haplochilus chaperi Sauv.	ca. 2 „	nach Erfahrungen der Aquarienliebhaber
Tetrodon cutcutia Ham. Buch.	2 Jahre	
Gobiide (Latrunculus pellucidus)	10 Monate	
Amphibien	3—5 Jahre	
Rana esculenta	3—4 „	
R. temporaria	3—4 „	
Triton	2—3 „	
Reptilien	ca. 1—4 Jahre	
Vögel	ca. 1—4 Jahre	
Singvögel	1 Jahr	
Hühnervögel	2 Jahre	
Raubvögel große	3 „	
„ kleine	2 „	
Strauß	3—4 Jahre	
Paradiesvögel	3 Jahre	
Möven (Lachmöven)	ab 21 Monate	(nach Forel)
Entenvögel	1¾—2 Jahre	
Säugetiere	meist ca. 1 Jahr	
Beuteltiere: große Känguruhs	1—2 Jahre	
„ kleine Arten	6 Monate — 1 Jahr	
Insektivoren	ca. 1 Jahr	
Fledermaus	ca. 1 „	
Nager		
Mäuse	6 Wochen	
Ratten	6 Monate	
Hasen	1 Jahr	
Kaninchen	5—8 Monate	
Meerschweinchen	3—4 „	
Biber	2—3 Jahre	
Raubtiere		
Haushunde	1—1½ Jahr	
Bären (brauner Bär)	6 Jahre	
Löwen und Tiger	3—5 Jahre	
Kleine Katzen einschl. Leopard und Luchs	1½—3 Jahre	
Wiesel, Marder, Iltis	¾—1½ Jahr	
Pelzrobben	4 Jahre	vgl. aber S. 476
Huftiere (kleine Arten)		
Flußpferd	5—6 Jahre	
Schwein	1½—2 „	
Schafe	1—2 „	
Ziegen	1—2 „	
Rind	2 „	
Antilopen kleine	1—1½ „	
„ große	3—4 „	(Elen)
Hirsche	2 „	
Giraffe	6—7 „	
Kamele	3 „	
Elefanten	20—24 „	
Nashorn	ca. 5 „	
Pferd	3—4 „	
Esel	ca. 3 „	

Digitized by Google

Art	Zeit	Bemerkungen
Zebra	3—5 „	
Wisent, Büffel	2—3 Jahre	
Affen		
Menschenaffen	8—12 „	
Paviane, Mandrills	8—12 „	
Makaken	5—6 „	
Krallenäffchen	2—3 „	

4. Geschlechtsperiodizität und Brunst.

Die Fortpflanzung vollzieht sich bei den Tieren periodisch. Meist sehen wir in einer Gegend die sämtlichen dort lebenden erwachsenen Individuen einer Tierart etwa gleichzeitig in die Fortpflanzungsperiode eintreten. Fast stets können wir einen engen Zusammenhang zwischen dem Wechsel der Jahreszeiten und der Fortpflanzungszeit konstatieren. Bei der Mehrzahl der Tiere fällt die Fortpflanzungszeit mit derjenigen Zeit zusammen, welche der sich entwickelnden Brut die günstigsten klimatischen Bedingungen für ihr Fortkommen sichert. Damit steht im Einklang, daß bei denjenigen Tieren, deren Entwicklung lange dauert, die für die Einleitung der Entwicklung notwendigen Begattungsvorgänge bei den Elterntieren entsprechend lange vor der für die Nachkommen günstigsten Zeit erfolgen.

Eine Periodizität der Fortpflanzung, welche durch klimatische Faktoren bedingt ist, läßt sich auch bei denjenigen Tieren nachweisen, deren Entwicklungsdauer sehr kurz ist, indem sie weniger als einen Jahreszyklus oder als die Hälfte desselben umfaßt. Bei sehr kleinen und niederen Tieren ist häufig, wie wir gesehen haben, die Entwicklungsdauer bis zur Geschlechtsreife auf wenige Tage oder Wochen beschränkt. Bei solchen Formen, wie z. B. bei Rotatorien, Würmern, niederen Krebsen, so Kopepoden, Cladoceren und Ostracoden, können im Lauf eines Jahres eine ganze Reihe von Generationen hintereinander erzeugt werden. Insbesondere gilt das für Formen, welche sich, wie die Cladoceren oder die Blattläuse, parthenogenetisch fortzupflanzen vermögen. In solchen Gebieten der Erde, in denen eine günstige, warme oder feuchte, mit einer ungünstigen, kalten oder trockenen Jahreszeit abwechselt, ist meistens auch bei solchen Formen in der ungünstigen Jahreszeit die Fortpflanzungstätigkeit unterbrochen oder doch in erheblichem Maße eingeschränkt. Wir finden bei ihnen vielfach Dauerformen zur Überstehung der ungünstigen Perioden ausgebildet, oder, wie z. B. bei den Rebläusen, sind es besondere Formen mit nicht allzu intensiver Vermehrung, durch welche die Art während der ungünstigen Jahreszeit repräsentiert und erhalten wird. Es ist nicht für alle Tierarten die gleiche Jahreszeit für die Fortpflanzung ungünstig, sondern es gibt eine nicht geringe Zahl von Tieren, welche sich zu derjenigen Jahreszeit fortpflanzen, welche für die Mehrheit ihrer Genossen als die ungünstige bezeichnet werden muß. So pflanzen sich z. B. viele Mollusken der Nordsee, die Brachiopoden Norwegens, die Lachse und Forellen unserer Gewässer und viele andere Tiere im Winter fort. Wir werden später noch davon zu sprechen haben, daß selbst so wärmebedürftige Tiere wie Vögel Winterbrüter sein können. Unsere Kreuzschnäbel lassen über den beschneiten Wäldern ihr Lied erschallen, paaren sich und brüten mitten im Winter wie das auch von den Nestorpapageien Neuseelands berichtet wird. Ja, die großen Pinguinarten des antarktischen Gebietes, wie der Königs- und Kaiserpinguin, haben ihre Fortpflanzungszeit in den eisigsten Monaten des polaren Winters.

Sonst sehen wir aber in der Regel die Tiere in denjenigen Gebieten, in welchen eine

Digitized by Google

kalte Winterszeit herrscht, mit dem Eintritt des Frühlings zur Fortpflanzung schreiten; über die ganze schöne Jahreszeit finden wir die Fortpflanzungsperioden der verschiedenen Tierarten verteilt. In Gegenden mit extremen Trockenzeiten geben die ersten Regengüsse, welche das feuchte Wetter eröffnen, der Mehrzahl der Tiere das Signal zum Fortpflanzungsgeschäft. In Tropengegenden mit sehr gleichmäßigem Klima, also z. B. in denjenigen Gebieten Südamerikas, Zentralafrikas und Indonesiens, in denen die Oberfläche der Erde von den großen Regenwäldern bedeckt ist, pflanzen sich viele Tierarten während des ganzen Jahres fort. Man kann dann die gleiche Tierart in den verschiedensten Monaten des Jahres bei der Paarung und Eiablage beobachten. So hat z. B. Semon in dem regenreichen, gleichmäßig warmen Tieflandsgebiet von Java festgestellt, daß Reptilien, Vögel und viele kleine Säugetierarten zu allen Zeiten des Jahres in geschlechtsreifem, fortpflanzungsfähigem Zustand sich finden. Dasselbe fand Semper auf den Philippinen für Tiere aus fast allen Gruppen. Vielfach genügen aber in solchen Gebieten geringe Schwankungen in den klimatischen Verhältnissen der verschiedenen Jahresabschnitte, um eine deutlich erkennbare Periodizität der Fortpflanzungserscheinungen herbeizuführen. So haben in tropischen Gebieten Gebirgstiere vielfach eine sehr deutlich erkennbare Fortpflanzungsperiode.

Das Gleichmaß der Temperaturverhältnisse ist auch bei den Meerestieren von beherrschendem Einfluß auf die Reproduktion. Im stets gleichtemperierten Wasser der Tiefsee können wir unter allen Breitegraden Tiere der verschiedensten Gruppen zu allen Zeiten des Jahres fangen, während sie in der Vorbereitung oder in der Abwicklung der Fortpflanzung begriffen sind. So wird es uns nicht verwundern, wenn wir in der nachfolgenden Zusammenstellung erfahren, daß tropische Korallenarten in allen Monaten des Jahres sich fortpflanzen können, und daß ähnliches sogar für manche Tierformen in einzelnen Teilen des Mittelländischen Meeres, z. B. im Golf von Neapel, gilt. Während z. B. die Seeigelarten an den Küsten des Kanals im Mai, in Schottland und der östlichen Nordsee im Juni und Juli eine einzige Geschlechtsperiode im Jahr haben, sind im Golf von Neapel z. T. die gleichen Arten, z. B. Strongylocentratus lividus (Laur.), Echinus microtuberculatus, A. Ag., Arbacia pustulosa (Gray.) und Sphaerechinus granularis (Laur.), während des ganzen Jahres fortpflanzungsfähig. Ähnlich sind in Amerika an der Neuenglandküste die Seeigelarten nur von Mai bis August, an der kalifornischen Küste dagegen das ganze Jahr in Geschlechtsperiode. Im Golf von Neapel haben selbstverständlich auch die Tiefenformen, welche dem Einfluß des warmen Wassers entzogen sind, z. B. Dorocidaris papillata Leske und Centrostephanus longispinus (Phil.), eine unbegrenzte Geschlechtsperiode.

Bei einzelnen Tierarten hat man Saisonrassen nachgewiesen, d. h. Rassen, die obwohl sie im gleichen Gebiet leben, zu verschiedenen Zeiten in die Fortpflanzungsperiode eintreten. Als solche sind z. B. die verschiedenen Frühjahrs- und Herbstheringe nach Heincke zu bezeichnen, welche wie diejenigen der westlichen Ostsee oder von Bohuslän die einen im April, die andern im Spätherbst laichen, vgl. Tabelle S. 483 und S. 526.

In dem vorigen Abschnitt, in welchem wir das Alter, in dem die Geschlechtsreife bei den Tieren eintritt, besprachen, haben wir erfahren, daß es einjährige Tiere gibt, welche nur etwa ein Jahr lang leben, um in dessen für sie günstiger Hälfte zur Fortpflanzung zu schreiten und kurz nach derselben zu sterben. Wir haben gesehen, daß z. B. viele unserer einheimischen Insekten in diesem Sinne als einjährige Tiere zu bezeichnen sind. Die ungünstige Jahreszeit überdauern sie meist in einem Ruhezustand, um entweder fertig entwickelt oder als jugendliche Individuen in die gute Jahreszeit einzutreten. Früher oder später in derselben gelangen sie zur Fortpflanzung, nur ihre Nachkommen erhalten die

Digitized by Google

Überſicht über die Fortpflanzungs- bzw. Brunſtzeiten einer Anzahl von Tierformen.[1])

Art	Vorkommen	Zeit
Sagartia troglodytes	Schottland	von März ab
Actinia mesembryanthemum	Schottland	von Februar ab
Korallen		
Xenia	Tropen (nach Pratt)	ganzes Jahr
Sarcophytum	„	„
Holophytum	„	„
Sclerophytum	„	„
Alcyonium digitatum	Nordeuropa (nach Ashworth)	1 Monat im Winter
Ctenophoren	im Norden	im Sommer
	Mittelmeer	ganzes Jahr
Turbellarien		
Bdellocephala punctata		Dez., Jan.—April
Planaria alpina		Okt.—Mai
Dendrocoelum lacteum	im Rhein bei Basel (nach Breßlau u. Steinmann)	das ganze Jahr
Planaria lugubris		ganzes Jahr, aber hauptſächlich Frühling u. Sommer.
Planaria gonocephala		
Marine Turbellarien	Mittelmeer (nach Lang).	ganzes Jahr
Freilebende Nematoden		ganzes Jahr, vorwiegend warme und feuchte Zeit
Regenwürmer	Deutſchland	Frühſommer
Echinodermen		
Arbacia pustulosa	Neapel	ganzes Jahr
Stongylocentratus lividus	Nordfrankreich	Mai—Juli
Sphaerechinus granularis	Südengland	
Echinus microtuberculatus	Nordſee, Sylt, Schottland	Juni—Juli
Cruſtaceen		
Kopepoden		ganzes Jahr
Cyclops viridis		„
Oſtracoden		„
Asellus		ganzes Jahr, vorwiegend Frühling
Stenopus hispidus	Nordkarolina	ab April, Bahamas ganzes Jahr
Hummer		Sommer
Flußkrebs	Deutſchland u. Frankreich	November. (Januar in England)
Crangon crangon	Nordſee	ganzes Jahr
Callinectes sapidus	in Texas	Mai u. Juni, weiter nördlich bis Auguſt
Inſekten		
Phryganiden	Deutſchland	Mai—Auguſt
Libelluliden	„	meiſt Juli—Auguſt
Ephemeriden	„	Mai—Oktober
Schmetterlinge	„	Sommer
jedoch Froſtſpanner	„	Winter
Blattläuſe	„	abhängig von Temperatur
Peripatus	Afrika	tropiſche Formen ganzes Jahr, Kapform April—Mai
Molluſken		
Nudibranchia	Nordſee	Januar—April
Patella	Trieſt	Oktober—Dezember
Purpura lapillus	Mittelmeer	ganzes Jahr, hauptſächl. im Winter

1) Genauere Angaben über die Fortpflanzungszeiten mariner Tiere gibt für den Golf von Neapel Lo Bianco, für den Golf von Trieſt Greeffe.

Digitized by Google

Art	Vorkommen	Zeit
Litorina	Mittelmeer	ganzes Jahr
Buccinum undatum	„	Okt.—Mai
Unio, Anodonta	Deutſchland	Januar—Februar, Glochidien verlaſſen den Wirt April—Mai, z. T. auch April, ſelten September und Oktober.
Paludina, Lymnaeus, Planorbis		ganze warme Jahreszeit
Helix pomatia		Mai—Juni
Echinodermen		
Echinus esculentus	Inſel Man, Schottland	Juni
Verſchiedene Arten	Neapel	ganzes Jahr
Amphioxus	Neapel	Mai—Oktober
Fiſche		
Haie	alle Ozeane	ganzes Jahr
Lachs	Deutſchland	November
Forelle	Mitteleuropa	Dezember
Stint (Osmerus eperlanus)	Unterlauf der deutſchen Flüſſe	Mai
Blaufelchen	Bodenſee	November
Stichling	Süddeutſchland	April
Bitterling	„	
Karpfen	Mitteldeutſchland	Mai—Juni
Semotilus atromaculatus	Süd-Michigan	April, Mai vgl. S. 436
Heringe	Nord- u. Oſtſee	ganzes Jahr
z. B. Frühjahrshering	Schley	April—Mai
Herbſthering	Fehmarn	Sept—Nov.
Schollen	Nordſee	Januar—Februar
Polypterus	Senegambien	Beginn d. Regenzeit: Juni—Sept.
Ceratodus	Nord-Queensland	Beginn d. Regenzeit: Sept.—Okt.
Lepidoſiren	oberes Paraguaygebiet	nach dem Erwachen aus dem Sommerſchlaf
Protopterus	Senegambien	
Amphibien		Frühling. Beginn der Regenzeit. Abhängigkeit v. Temperatur u. Feuchtigkeit. Nicht nur zykliſches Auftreten, ſondern auch Abhängigkeit v. äuß. Einflüſſen
Rana temporaria	Deutſchland	März—April
Rana esculenta	„	Mai—Juni
Molge cristata	„	April
Reptilien		meiſt Beginn bis Mitte der günſtigen Jahreszeit
Lacerta agilis	„	Mai
„ viridis	Süddeutſchland	Mai—Juni
„ muralis	Südtirol	April—Mai
„ vivipara	Süddeutſchland, Alpen	Juni—Juli
Anguis fragilis	Deutſchland	Mai
Vipera berus	„	April—Mai
Tropidonotus natrix	„	Ende Mai—Anfang Juni
Coronella laevis	Deutſchland, Öſterreich	April—Mai
Emys orbicularis	„	Mai
Vögel	nördliche Erdhälfte	Frühling und Sommer
Singvögel	Deutſchland	„ „ „
Kuckuck	„	Mai

Digitized by Google

Art	Vorkommen	Zeit
Storch	Deutſchland	April—Mai
Möven		April—Juni
Schwan		Ende April—Anfang Mai
Wildente		Mai
Kreuzſchnabel	Deutſchland	Dezember—Januar
Königspinguin	Antarktis	Kälteſte Wintermonate
Kaiſerpinguin	Antarktis	Kälteſte Wintermonate
Strauß (afrikan.)	Südafrika	Juli—September (dort Winter)
Strauß (afrikan.)	Nordafrika	Januar—Februar (kurz vor Beginn des Frühlings)
Rhea darwini	Argentinien	Mai
Beuteltiere		
Dasyurus viverrinus	Auſtralien	Mai—Auguſt
Phascolarctus cinereus	Nord-Queensland	Oktober—Mitte Nov. (n. Semon)
Inſektenfreſſer		
Spitzmaus	Mitteleuropa	April—November
Igel	„	März—Juli
Maulwurf	„	März—April
Nager		
Lepus cuniculus		Februar—Mai
Eichhörnchen	„	Mai
Meerſchweinchen	„	ganzes Jahr
Mus(musculus, rattus, decumanus)	„	etwa Januar—Juni
Raubtiere		
Wolf	Rußland	Ende Dezember—Mitte Januar
Schakal	Nordafrika	Frühling
Canis Azarae	Braſilien	Winter
Fuchs	Deutſchland	Mitte Februar
Bär	Mitteleuropa	Mai—Juni
Wildkatze	„	März
Eisbär	Spitzbergen	Juli
Haushund	Mitteleuropa	Februar und September
Dachs	Deutſchland	Juli (Geburt April)
Robben		
Klappmütze	Nordmeer	Juni—Juli
Pelzrobbe	Pribilofinſeln	Mai—Juli
Waltiere		
Wale		offenbar keine beſtimmte Zeit
Delphine	Nordſee	zwiſchen Juni und Oktober
Huftiere		
Giraffe	(Tiergarten)	März—April
Dromedar	Norden von Afrika	Januar—März
Trampeltier	Zentralaſien	Februar—April
Huanaco	Peru	Auguſt—September
Steinbock	Alpen	Januar
Ibex hispanicus	Sierra Nevada	Anfang November
Capra tragelaphus	Nordafrika	November
Hausſchaf	England	November, Dezember
Merinoſchafe	Kap Kolonie	April (= unſerem Oktober), im Bergland Mai
Ovis musimon	Korſika, Sardinien	Dezember, Januar
Ovis ammon	Zentralaſien	Auguſt—Oktober, November
Ovibos	Grönland	Ende Auguſt
Yak	Zentralaſien	September

Digitized by Google

Art	Vorkommen	Zeit
Wiſent	Rußland	Auguſt—September
Biſon	Nordamerika	„ „
Kaffernbüffel	Trop. Afrika	verſchiedene Monate
Bos arni	Indien	je nach Verbreitung April, Mai
Antilope cervicapra	„	ganzes Jahr
Antilope gutturosa		Anfang Dezember
Gazella dorcas	nordlich vom Äquator	
Elenantilope		ſtets
Gemſe	Deutſchland	Mitte November—Anfang Dezbr.
Antilocapra	Nordamerika	September—Oktober
Elch	Oſtſeeprovinzen	Ende Auguſt
	Nordaſien	September—Oktober
Renntier	Norwegen	Ende September
Dammhirſch	Deutſchland	Mitte Oktober
Hirſch	Mitteleuropa	Anfang Septbr.—Mitte Oktober
Reh	„	Auguſt—September
Wildſchwein	„	Ende November—Januar
Dujong	Rotes Meer	Winter

Art bis in die nächſte Jahreszeit hinein, während ſie ſelbſt beim Abſchluß ihres Sommers nicht mehr leben. Auch unter den einjährigen Tieren gibt es ſolche, für welche die günſtige Jahreszeit der Winter iſt. Wir werden im zweiten Buch in dem Kapitel über die Temperatureinflüſſe von Winterinſekten hören, deren Geſchlechtsperiode, überhaupt deren ganze Erſcheinungszeit auf gewiſſe Wintermonate fällt. Solche Tiere ſind z. B. die eigentümliche, flügelloſe Schneefliege (Chionea araneoides) oder der merkwürdige Moosbewohner Boreus hiemalis, die Winterfliege (Trichoptera) u. a.

Den einjährigen Tieren ſtellen wir die perennierenden gegenüber. Es ſind dies diejenigen Tiere, deren Leben mehrere Jahre dauert, welche alſo den mehrmaligen Wechſel zwiſchen günſtiger und ungünſtiger Jahreszeit zu überſtehen vermögen. Zu ihnen gehört die große Mehrzahl der größeren Tiere von den niederſten Metazoen an. Im erſten Band, S. 590, ſind Angaben über das Lebensalter, welches verſchiedene Tierarten erreichen, gegeben. Wir erfahren dort, daß manche Tierformen, ſelbſt ſo niedrig ſtehende wie Aktinien, Muſcheln, Würmer, ein erhebliches Alter erreichen können. Sie ſind faſt alle befähigt, während ihres langjährigen Lebens mehrmals, vielfach ſogar ſehr häufig Geſchlechtsperioden durchzumachen und ſich regulär fortzupflanzen.

Als ſolche perennierende Tiere mit mehreren oder zahlreichen Geſchlechtsperioden nenne ich die Spongien, Aktinien, Korallen, Regenwürmer, viele polychäte Anneliden, Schnecken, Muſcheln, Tintenfiſche und die Mehrzahl der Wirbeltiere von den Fiſchen bis zu den Säugetieren. Manche perennierenden Tiere kommen nur alle zwei Jahre zu einer wirkſamen Brunſt, da ſie zum Teil eine über ein Jahr dauernde Tragzeit haben. Ähnliches kommt ſchon bei Wirbelloſen vor, ſo trägt ein weiblicher Hummer die in einem Jahr produzierten Eier bis zum nächſten Jahr an ſeinem Abdomen (etwa acht Monate); infolgedeſſen pflanzt er ſich jedesmal im zweiten Jahr nicht fort. Größere Säugetiere, wie Wale, Walroſſe, und große Huftiere, wie Kamele, Yaks (13 Monate), wahrſcheinlich Moſchusochſen, Giraffen, Elefanten (22 Monate), werden durch die lange Tragzeit über eine Brunſt hinweggeführt. Doch hören wir weiter unten von Ausnahmen von dieſer Regel. Bei den Walen handelt es ſich nicht nur um die lange Tragzeit, welche etwa zwölf Monate dauert, ſondern auch um die etwa ein Jahr währende Säugung der Jungen; ſo auch beim Walroß, deſſen Tragzeit ebenfalls ein Jahr iſt, während das Säugen ſich über volle zwei

Digitized by Google

Jahre erſtreckt. Daher kommt dies Säugetier in der Regel nur alle drei Jahre zur Fortpflanzung.

Dieſen Tieren ſtehen jene gegenüber, welche mehrere Jahre bis zur Erreichung der Geſchlechtsreife brauchen, dann aber nur ein einziges Mal zur Fortpflanzung gelangen, um darauf zu ſterben. So ſind bekanntlich nicht wenige Inſektenarten zweijährig, indem ſie erſt während der zweiten günſtigen Jahreszeit ihre Larvenentwicklung abſchließen und zur Fortpflanzung kommen. Eine ganze Anzahl größerer Schmetterlingsarten braucht zwei Jahre, ehe der Imagozuſtand erreicht wird. Dasſelbe gilt auch für eine Anzahl niederer Inſekten, ſo z. B. für gewiſſe Archipteren. Libellenlarven und Ameiſenlöwen bedürfen oft zweier Jahre zur Entwicklung; die Eintagsfliegen bieten eine Reihe von Beiſpielen für die uns hier beſchäftigende Geſetzmäßigkeit. Die Imagines, welche bei dieſen Tieren oft nur wenige Stunden ſich des Lebens im luftigen Element erfreuen dürfen, um nach vollzogener Fortpflanzung kraftlos zu Boden zu ſinken und zu ſterben, haben vorher jahrelang als Larven im Waſſer gelebt. Eine mehrjährige Entwicklung iſt auch bei den Käfern, beſonders den größeren Arten unter denſelben, ſehr verbreitet. So brauchen viele Lamellikornier mehrere Jahre bis zu ihrer Verpuppung Der Maikäfer z. B. verharrt in den meiſten Gegenden drei Jahre, in einzelnen Regionen vier im Engerlingszuſtand. Auf dieſe Tatſache iſt die regelmäßige Wiederkehr der Maikäferjahre zurückzuführen; drei bzw. vier Jahre, nachdem in einem Gebiet die Maikäfer maſſenhaft aufgetreten waren, erſcheinen ſie in ihren entſprechend der großen Elternzahl zahlreichen Nachkommen neugeboren wieder. Beim Pappelbock (Saperda populnea), deſſen Entwicklung 2 Jahre dauert, kommt es nach Boas zu einer ähnlichen Erſcheinung. Wahrſcheinlich gilt dasſelbe für manche andere große Käferarten. Auch die Zikaden verleben als unterirdiſch an den Wurzeln ſaugende Larven oft eine geraume Zeit unter der Erde, ehe ſie als fortpflanzungsfähige Imagines über Tag erſcheinen. Eine amerikaniſche Zikade (Cicada septemdecim) braucht nach den Angaben amerikaniſcher Entomologen in den Südſtaaten 13, in den Nordſtaaten ſogar 17 Jahre für die Abwicklung der Larvenſtadien. Selbſt bei höheren Tieren finden ſich hier und da ähnliche Erſcheinungen. Wir werden im nächſten Kapitel erfahren, daß bei manchen Lachsarten, ſo den nordweſtamerikaniſchen Oncorhynchusarten, ſpeziell die Männchen nach dem Laichgeſchäft ſterben. Wenn es auch wohl bis jetzt nicht nachgewieſen iſt, daß es ſich dabei um Individuen handelt, welche zum erſtenmal in die Geſchlechtsperiode eingetreten waren, ſo iſt dies doch wohl anzunehmen. Auch von anderen Fiſcharten wird angegeben, daß ſie nur einmal zum Laichen kommen und dann ſterben. So z. B. ſchlüpft der Gobiide Latrunculus pellucidus nach Collett im Auguſt aus dem Ei, wächſt bis zum Juni oder Juli des nächſten Jahres heran, in welcher Zeit er ſich fortpflanzt, um dann alsbald zu ſterben. Ebenſo ſcheinen die Flußaale nach dem Laichgeſchäft in der Tiefe des Meeres zu ſterben; denn ſie wandern nicht wieder in die Flüſſe, und auch im Meer findet man keine Anzeichen ihres Weiterlebens. Auch die Neunaugen ſterben nach vollbrachtem Laichgeſchäft. Von höheren Wirbeltieren iſt ſolches meines Wiſſens nicht bekannt.

Wir haben alſo geſehen, daß Tiere, welche nur ein Jahr leben, ſich innerhalb desſelben mehrmals fortpflanzen können. Andererſeits haben wir erfahren, daß langlebige Formen mit einmaliger Fortpflanzungstätigkeit ihr Leben abſchließen können. Wenn wir daher die periodiſchen Vorgänge im Geſchlechtsleben der Tiere betrachten wollen, ſo müſſen wir eine Einteilung nach anderen Geſichtspunkten treffen als diejenige war, welche durch die Definition der einjährigen und perennierenden Tiere gegeben iſt. Wir müſſen zwiſchen Einbrütern und Oftbrütern unterſcheiden. Die einen wie die anderen zeigen beim Eintritt in die Geſchlechtsperiode Veränderungen, welche ſich auf ihren Körperbau, ihren phyſiologiſchen Zuſtand und

Digitized by Google

ihr gesamtes Verhalten erstrecken können (vgl. hierzu auch S. 493). In dem ersten Abschnitt dieses Kapitels haben wir diese Veränderungen: die Hochzeitskleider, die besonderen Körperprodukte, die eigentümlichen Gewohnheiten der begattungsreifen Tiere kennen gelernt.

Meist ist das Auftreten dieser Veränderungen von bestimmten Vorgängen im Innern der Tiere begleitet, die aber nicht in allen Fällen zeitlich vollkommen mit der Wahrnehmbarkeit der äußeren Merkmale zusammenfallen. Wir wollen nun in nachfolgendem die betreffenden Vorgänge einer Analyse unterziehen, welche uns manche interessante Einblicke in die Besonderheiten der Fortpflanzungsbiologie der Tiere gewähren wird.

Diese verschiedenen Vorgänge treten uns sowohl bei den Einbrütern als bei den Oftbrütern entgegen. Bei ersteren entwickeln sie sich einmal bis zur Höhe, die Tiere sterben, während sie oft noch im vollen Besitz der in der Fortpflanzungsperiode erworbenen besonderen Eigenschaften sind (vgl. hierzu auch S. 445). In anderen Fällen hat vor dem Tod ein Rückbildungsprozeß eingesetzt. Derselbe ist bei den Oftbrütern die Regel. Allerdings eine Anzahl von Merkmalen, welche schlechthin das geschlechtsreife Tier von dem noch nicht geschlechtsreifen unterscheiden, bleiben auch in solchen Fällen erhalten. So haben stets die geschlechtsdimorphen reifen Männchen der Vögel ein anderes Federkleid als die Weibchen. Die Stimmen der erwachsenen Männchen unterscheiden sich auch im Winter von denjenigen der Weibchen usw., aber nach jeder Fortpflanzungsperiode verliert der männliche Fisch seine Prunkfärbung, der männliche Vogel sein Hochzeitskleid, um es bei Beginn der nächsten Fortpflanzungsperiode wieder anzulegen. Das gleiche gilt für viele die Fortpflanzungsperiode charakterisierenden Eigentümlichkeiten. Nicht alle können aber rückgebildet werden; so wird das bei der ersten Begattung beim Weib zerstörte Hymen nicht wieder ersetzt. Ähnliche Bildungen, d. h. eine von einer Schleimhautfalte umgrenzte Verengerung des Grundes der Vagina, kommen bei Beuteltieren, Nagern, Huftieren, besonders ausgeprägt beim Pferd vor. Bei der weiblichen, gefleckten Hyäne (Hyaena crocuta L.) ist im jungfräulichen Zustand der Urogenitalkanal nach Watson ein ganz enger, eigenartiger Porus der Klitoris, der nach der ersten Geburt eine bedeutende Veränderung, Erweiterung und Verlagerung erfährt. Beim weiblichen Maulwurf ist gar die Vagina vollkommen zugewachsen und bildet eine Öffnung Ende März, beim Eintritt der Brunstzeit.

Das, was wir als Gesamtheit eine Fortpflanzungsperiode nennen wollen, zerfällt in eine Anzahl von Einzelvorgängen, von denen die Reifeerreichung der Geschlechtsdrüsen die wichtigste ist. Es treten an den Hoden und Eierstöcken Wachstumserscheinungen auf, speziell die Geschlechtszellen selbst wachsen heran und reifen. Auch andere Teile der Genitalorgane können sich um diese Zeit stark verändern und stark wachsen. So ist der Eileiter der Haushühner nach Gadow in der Ruhezeit nur 12—15 cm lang und kaum 2 mm dick. In der Eierlegeperiode wird er 60—70 cm lang und über 1 cm dick. Bei den Sperlingsmännchen sind in den übrigen Monaten des Jahres die Hoden kaum so groß als ein Senfkorn, in der Fortpflanzungszeit so groß wie eine Kirsche; auch bei den Finken wachsen sie um das Dreihundertfache. Solche Veränderungen kommen auch bei Säugern vor, so bei vielen Nagern, deren Hoden während der Brunstperiode in die Hodensäcke hinabwandern und riesig groß werden, während sie sonst ganz klein in die Leibeshöhle hinaufgezogen sind. Bei den Hasen (Leporidae) sind sie allerdings das ganze Jahr in den Hodensäcken, nehmen aber in der Brunstzeit enorm an Größe zu. Aber wir können nicht sagen, daß stets das Wachstum der Geschlechtsdrüsen die eigentliche Auslösung für alle die anderen Sondererscheinungen der Fortpflanzungsperiode ist. Es scheint vielmehr, daß oft die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen durch manche derjenigen Vorgänge, die wir als Liebesspiele bezeichnen, ausgelöst

Digitized by Google

oder doch gefördert wird. So gibt z. B. Seitz an, daß bei den Schmetterlingen, während die niederen Formen im Moment, wenn ſie aus der Puppe ausſchlüpfen, bereits geſchlechtsreif und begattungsfähig ſind, die höheren Formen, ſo z. B. die Papilio-Arten, erſt während der Liebesſpiele ihre Gonaden heranreifen laſſen. Auch die wandernden Fiſche haben beim Antritt der Wanderung noch unentwickelte Gonaden, ſo die Aale, wenn ſie meerwärts, die Lachſe, wenn ſie flußaufwärts ſich in Bewegung ſetzen. Wenn die Zugvögel aus den Winterquartieren aufbrechen, ſind ſie ebenfalls oft noch nicht begattungsfähig, obwohl oft die Mauſer, zur Hervorbringung des Hochzeitsgefieders, ſchon abgeſchloſſen iſt und ihre Geſchlechtsorgane meiſt in einem ziemlich weit entwickelten Zuſtand ſind, wenn ſie bei uns ankommen. Sehr wichtig in dieſem Zuſammenhang ſind Beobachtungen, aus denen hervorgeht, daß das Auftreten der Brunſt bei Säugetieren, z. B. Kaninchen, durch die Gegenwart der Männchen begünſtigt wird. Immerhin können wir annehmen, daß bei der Mehrzahl der Tierarten Wachstumserſcheinungen an den Gonaden die auslöſende Urſache für viele der übrigen Erſcheinungen der Fortpflanzungsperiode ſind. Manche Beobachtungen haben ſogar dazu geführt, anzunehmen, daß bei ſolchen Wachstumserſcheinungen gewiſſe Stoffe durch innere Sekretion aus den Geſchlechtsdrüſen ſezerniert und mit dem Blutſtrom durch den ganzen Körper verteilt werden. Dort ſollen ſie, und das dürfen wir als nachgewieſen annehmen, die Ausbildung ſekundärer geſchlechtlicher Merkmale auslöſen, auch ſcheinen dieſe Stoffe, denen man die Bezeichnung der Hormone (vgl. Bd. I S. 762) gegeben hat, die beſonderen phyſiologiſchen Leiſtungen einzelner Organe, die beſonderen Bewegungen und Gewohnheiten der Fortpflanzungsperiode zu verurſachen.

Auf die Wirkung dieſer Hormone müſſen wir die Veränderungen zurückführen, welche während der Wachstumserſcheinungen an den Geſchlechtsdrüſen in den verſchiedenſten Teilen des Tierkörpers, beſonders an den ſekundären Sexualcharakteren, auftreten. So ſehen wir unter ihrem Einfluß den Laichausſchlag und die Prunkfarben bei Fiſchmännchen, das Hochzeitsgefieder der Vögel, die Kämme der Molche auftreten; ſie bewirken die Veränderungen am Kehlkopf der männlichen Hirſche, Wachstum und Sekretion beſtimmter beim Geſchlechtsleben wichtiger Hautdrüſen, die Schwellung der Milchdrüſen, der äußeren und inneren Genitalien beim weiblichen Wirbeltier, beſonders beim Säugetier.

Während man vielfach den Urſprung der Hormone ganz allgemein „im Ovarium" ſucht, hat eine neuere Theorie für die Säugetiere ſpeziell das Gewebe des Corpus luteum, des gelben Körpers im Ovarium, dafür verantwortlich gemacht. Derſelbe entſteht aus dem in den leeren Eifollikel nach der Ovulation einwuchernden Gewebe. Indem das Corpus luteum zur Drüſe mit innerer Sekretion von Hormonen wird, beeinflußt es die Brunſterſcheinungen, ſpeziell die Menſtruation.

Eine Fortpflanzungsperiode läßt ſich im allgemeinen in folgende Abſchnitte einteilen:

1. Reifeerreichung der Gonaden.
2. Ausbildung der beſonderen ſexuellen Merkmale.
3. Brunſtzeit.
4. Begattung.
5. Fortpflanzung.
6. Nacherſcheinungen der Fortpflanzung.

Nicht immer folgen dieſe einzelnen Abſchnitte genau in der Reihenfolge, die wir hier angegeben haben, aufeinander. Auch ſchließen ſie ſich nicht immer direkt eine an die andere an. Wir haben im erſten Band ſchon erfahren, in welcher Weiſe die Reifeerreichung der Gonaden ſich vollzieht. Die beſonderen körperlichen Eigentümlichkeiten und Gewohnheiten

Digitized by Google

der Tiere in der Paarungszeit sind im ersten Abschnitt dieses Kapitels schon erörtert worden. So haben wir denn jetzt zunächst zu besprechen, was wir unter Brunst zu verstehen haben, und unter welchen Erscheinungen dieser Abschnitt der Fortpflanzungsperiode abläuft. Wir verstehen unter Brunst denjenigen Zustand der geschlechtsreifen Tiere, in welchem sie die Tendenz haben, sich mit dem andern Geschlecht zu vereinigen. Wir werden sehen, daß bei manchen Tieren dieser Zustand durch gewisse morphologische oder physiologische Besonderheiten ausgezeichnet ist. Bei den meisten Tieren können wir ihn aber bis jetzt durch keinerlei solche Merkmale, vor allem durch keine äußerlich wahrnehmbaren, von den gewöhnlichen Zuständen der betreffenden Tierart unterscheiden. Brunst pflegt bei den männlichen Individuen vieler Tierarten periodisch von selbst einzutreten, während sie bei den Weibchen oft durch besondere Handlungen der Männchen herbeigeführt werden muß. Auch in solchen Fällen kann ihr Auftreten von besonderen Merkmalen der Weibchen begleitet sein.

Wenn zwei in Brunst befindliche Individuen in geeigneter Weise zusammenkommen, pflegt Begattung zu erfolgen. Es muß aber nicht stets Begattung und Befruchtung zeitlich zusammenfallen. Bei allen Tieren, welche ein Receptaculum seminis besitzen, wird dieses bei der Begattung mit Samen gefüllt; der Samen wird meistens in einzelnen Portionen zu anderer Zeit, oft sogar viel später zur Befruchtung verwandt. So geht z. B. die Begattung bei den Regenwürmern in der Weise vor sich, daß zwei aneinandergepreßte, mit dem vom Klitellum abgeschiedenen Drüsensekretband vereinigte Individuen sich gegenseitig ihre Receptacula mit Samenflüssigkeit füllen. Erst Tage, oft Wochen darnach legt jedes Individuum eine Portion Eier ab, die während sie in einem Kokon eingeschlossen werden, gleichzeitig mit einer Portion Sperma übergossen werden. Ganz Ähnliches gilt von den zwittrigen Schnecken. Bei den mit den Bienen verwandten Insekten dient bekanntlich der Spermavorrat oft für viele Jahre zur Befruchtung von Tausenden von Eiern. Auf die nur einmal eingetretene rasch vorübergegangene Brunst folgen viele Tausende von Befruchtungen oft in weitem Zeitabstand. Bei den lebendig gebärenden Knochenfischen soll auch die Spermaportion von einer Begattung ausreichen, mehrere aufeinanderfolgende Schübe am Rande des Ovariums reifender Eier zu befruchten. Bekanntlich hält sich das Sperma bei den meisten höheren Wirbeltieren in den Ovidukten nicht lange genug am Leben, um die Befruchtung von später als etwa 8 bis höchstens 14 Tage nach eingetretener Begattung in die Eileiter gelangender Eier zu sichern. Dies gilt allerdings nicht durchaus, wie z. B. die eigentümlichen Befruchtungsverhältnisse bei den mitteleuropäischen Fledermäusen zeigen. Bei ihnen werden nämlich die Weibchen bereits im Herbst begattet. Das Sperma erhält sich in einem dichten Ballen in ihrem Uterus den ganzen Winter hindurch lebensfähig. Erst im darauf folgenden Frühling reifen im Ovarium die Eier heran, gelangen in die Eileiter, wo sie befruchtet werden, um alsbald jungen Fledermäusen den Ursprung zu geben. Auch bei Beuteltieren, z. B. Dasyurus viverrinus nach Hill und O'Donoghue, lebt das Sperma im Uterus des Weibchens mindestens zwei Wochen.

Bekanntlich bestehen die großen Eier der Haifische, Reptilien und Vögel aus einem inneren gelben Dotter, einer Eiweißhülle und diese äußerlich umschließenden Schalenbildungen. Das, was wir volkstümlich den Eidotter nennen, ist die mit Nährdotter reichlich beladene Eizelle, wie sie im Eierstock entsteht und durch Sprengen ihrer Follikelhülle in die Leibeshöhle gerät. Man bezeichnet diese Erscheinung des Austritts eines Eies aus dem Eierstock als die Ovulation, auch als den Follikelsprung. Die in die Leibeshöhle geratenen Eier werden durch die trichterförmig erweiterten Enden der Eileiter in deren Kanal aufgenommen, wo die Befruchtung erfolgen muß, ehe Eiweißhülle und Schalenbildungen

Digitized by Google

abgeschieden werden. Es scheint nun, daß bei vielen Tierarten die Ovulation mit der Brunst zusammenfällt. Allerdings können wir nur von einem Zusammenfallen beider Erscheinungen innerhalb eines größeren Zeitraums sprechen. Bei den Tieren mit äußerer Befruchtung werden ja die reifen zur Ausstoßung vorbereiteten Eier vielfach so lange im Ovarium zurückgehalten, bis ein äußerer Reiz, der meist mit gewissen Handlungen des Männchens zusammenhängt, die Ausstoßung der Eier auslöst. Auch bei Wirbellosen mit innerer Begattung wird die Entleerung der Eier aus den Ovarien wohl vielfach durch Handlungen der Männchen ausgelöst. Untersuchungen hierüber existieren noch kaum. Bei parthenogenetisch sich fortpflanzenden Tieren ist ein solcher Reiz natürlich nicht notwendig. Neuerdings hat Klatt beim Schwammspinner (Ocneria dispar) festgestellt, daß nur nach normal erfolgter Begattung eine Ablage eines normalen Eierpakets erfolgt; ohne Kopulation oder nach solcher durch kastrierte Männchen werden nur wenig Eier in unnormaler Anordnung abgelegt. Der Reiz ist nicht der mechanische vom Penis ausgehende, sondern wohl eher ein chemischer, durch Sekrete von akzessorischen Drüsen des Genitalapparates veranlaßter. Chemische Einwirkung des Männchens kommt sicher auch bei vielen Wirbellosen vor, wie z. B. den Echinodermen, manchen Würmern, Muscheln usw. Um Beeinflussung durch das Männchen handelt es sich auch bei sehr vielen Knochenfischen und den schwanzlosen Amphibien. Bei den Fröschen wird bekanntlich die Entwicklung der Ovarien, der Follikelsprung und die Entleerung der Eier in die Eileiter durch die Umarmung durch das Männchen angeregt. Versuche, welche R. Hertwig gemacht hat, zeigen, daß offenbar ein Stauungsvorgang und damit eine Änderung in den Ernährungsverhältnissen des Eierstocks bei diesem Prozeß wesentlich ist. Denn das Männchen ließ sich experimentell durch ein um den Rumpf gelegtes breites Gummiband ersetzen. Die Eier reifen im Ovarium bis zur Entwicklung der ersten Reifungsspindel. Die Bildung der Polkörper findet erst im Eileiter statt. Daß aber für die Ablage der Eier die Anwesenheit und Mitwirkung des Männchens nicht unbedingt notwendig ist, beweist die Tatsache, daß in seltenen Fällen bei den Fröschen spontanes Ablaichen der Weibchen vorkommt; dasselbe hat schon Spallanzani bei der Unke beobachtet. Die Knoblauchskröte dagegen behält in Abwesenheit von Männchen die Eier in den Ovarien zurück, wie das auch für viele Fischarten die Erfahrungen der Fischzüchter zeigen. Bei Knochenfischen hat man beobachtet, daß dann die Eier in den Ovarien degenerieren und resorbiert werden. In diesem Zustand sind die Tiere sehr hinfällig und gehen oft zugrunde. Bei Vögeln, so bei der Taube, bilden die Eier noch im Eierstock die erste Polspindel aus. Die Polkörper werden aber erst nach erfolgter Befruchtung in dem Drüsenteil des Eileiters ausgestoßen. Hier müssen also Ovulation und Brunst zeitlich sehr nahe beieinander liegen. Bei den Reptilien liegen keine Beobachtungen vor, um so mehr bei den Säugetieren, bei welchen die Verhältnisse sehr verschiedenartige sind. Nach Ancel und Bouin kann man die Säugetiere direkt in zwei Gruppen einteilen, bei deren einer (der größeren) die Ovulation spontan eintritt, einerlei ob Begattung erfolgt oder nicht, bei deren zweiter der Koitus zur Auslösung der Ovulation nötig ist. Bei den Kaninchen wird nach Heape die Ovulation durch die Begattung ausgelöst, und zwar erfolgt sie zehn Stunden nach letzterer. Ehe das Ei den Eierstock verläßt, stößt es beide Polkörper aus, ebenfalls erst im Anschlusse an die Begattung. Bei den Mäusen, Ratten und Meerschweinchen wird, wie bei so vielen andern Tieren, der erste Polkörper im Eierstock, der zweite erst in dem Endteil des Eileiters unmittelbar nach erfolgter Befruchtung durch ein Spermatozoon gebildet. Bei Maus, Ratte und Meerschweinchen geht also die Ovulation „spontan" während der Brunst vor sich.

Das gleiche gilt für Pferd, Esel, Kuh, Schwein und Hund. Bei diesen Tieren ist

theoretiſch alſo auch künſtliche Befruchtung durch Einſpritzung des Samens eines männlichen Individuums mit einer Spritze möglich. Solches iſt auch bei Pferden, Eſeln, Katzen uſw. durch Iwanoff u. a. mit Erfolg ausgeführt worden. Bei Beuteltieren fällt die Ovulation nicht mit der Brunſt zuſammen, ſondern folgt ihr nach, oft in einem Abſtand von ſechs, ſieben oder ſelbſt mehr Tagen. Hier werden alſo wie bei den Fledermäuſen die Eier von dem lange vorher eingeführten Spermatozoon erwartet. Trotzdem iſt kein Zuſammenhang mit der Begattung feſtzuſtellen, denn die Ovulation kann nach letzterer ausbleiben.

Bei Schafen iſt die Ovulation bei den erſten Hochbrünſten eines Brunſtzyklus ſpontan, bei den ſpäteren bedarf es der Reizung durch die Begattung, um das Ei zum Austreten aus dem Ovar zu veranlaſſen. Nur bei den erſten gelingt daher nach Iwanoff die künſtliche Befruchtung.

Es ſcheinen alſo Reize ganz verſchiedener Art zu ſein, welche bei den verſchiedenen Tierarten die Ovulation auslöſen. Ebenſo ſcheinen verſchiedenartige Reize die regelmäßige Aufeinanderfolge der für die Tiere mit innerer Entwicklung der Brut ſo wichtigen, die Brut in den inneren Organen zurückhaltenden und ihre eventuelle Ernährung daſelbſt vermittelnden Vorgänge zu bewirken.

Bei den Säugetieren iſt vielfach eine direkter Zuſammenhang der letzteren mit den Brunſterſcheinungen nachgewieſen. Daher wollen wir an dieſer Stelle jene Vorgänge, unter denen der eigenartigſte die Menſtruation iſt, beſprechen. Die Brunſt der Weibchen iſt bei dieſen in der Organiſation und in der Art der Brutpflege höchſtſtehenden Tieren vielfach äußerlich erkennbar; es ſchwellen oft die Ränder der Vulva an, die Haut in der Umgebung der Genitalien färbt ſich bei manchen Arten, z. B. gewiſſen Affen, ſehr ſtark, die Milchdrüſen zeigen eine meiſt leichte Schwellung, und aus der Vagina tritt in größerer oder geringerer Menge mit Blut untermiſchter Schleim hervor. Letzterer ſtammt aus der um dieſe Zeit geſchwollenen, reichlich mit Blut infiltrierten Schleimhaut der Gebärmutter. Zu gleicher Zeit zeigen die Weibchen Veränderungen in ihrem Benehmen, welche teils auf Erregung, teils auf Depreſſionszuſtände ſchließen laſſen.

Nur während dieſer Brunſterſcheinungen iſt bei den meiſten Säugetieren Begattung und Empfängnis möglich. Während aber die Männchen meiſt das ganze Jahr hindurch reifes Sperma produzieren können, tritt die Brunſt bei den Weibchen nur periodiſch auf. Immerhin gibt es auch Säugetierarten, bei deren Männchen eine begrenzte Brunſtperiode ſich nachweiſen läßt. So ſind alle kämpfenden Huftierarten, alle Katzen, Wildhunde und Wölfe uſw., die ſich nur zu einer ganz beſtimmten Zeit im Jahre paaren, nur zu dieſer Zeit geneigt, die Weibchen aufzuſuchen und ſich mit ihnen zu paaren. Manche Arten zeigen zu dieſer Zeit außer den beſonderen Gewohnheiten auch körperliche Abänderungen. Gerade während der Paarungszeit iſt bei Hirſchen das Geweih wohl entwickelt, um nachher abgeworfen zu werden. Veränderungen am Kehlkopf beeinfluſſen ihre Stimmentwicklung. Den Deſcenſus der Hoden in den Hodenſack bei Nagern haben wir S. 492 ſchon erwähnt. Bei Maulwurfsmännchen und beim männlichen Igel entwickelt ſich zur Brunſtzeit die Proſtata enorm, wie ſie auch bei anderen Tieren dann zunimmt. Bei erſteren drängt ſie alle Organe der hinteren Leibeshöhle durch ihre enormen Dimenſionen zur Seite. Nicht wenige Säugetierweibchen haben nur eine Brunſt im Jahre, ſie ſind einbrünſtig und ſtehen den Formen gegenüber, die im Jahre mehrere Male brünſtig werden können und die wir daher als oftbrünſtige Tiere bezeichnen. Oftbrünſtigkeit iſt nicht immer identiſch mit Oftbrütigkeit; denn wie wir gleich nachher ſehen werden, ſind bei gewiſſen Säugetieren nicht alle Brunſtperioden zugleich Perioden der Empfängnisfähigkeit.

Genaue Unterſuchungen haben gezeigt, daß die ganze Brunſtperiode bei den weiblichen

Digitized by Google

Säugetieren in verſchiedene Abſchnitte zerfällt, deren Unterſcheidung wichtig iſt. Am einfachſten liegen die Verhältniſſe bei den einbrünſtigen Tieren. Bei ihnen ſind die Geſchlechtsorgane während des größten Teils des Jahres in einem Zuſtand der Ruhe. Es pflegen dann die Geſchlechtsdrüſen klein und vor allem die Eileiter und der Uterus klein und relativ blutleer zu ſein, die äußeren Ränder der Vulva ſind glatt und meiſt relativ trocken; auch die Milchdrüſen ſind klein und zuſammengeſunken. Die Weibchen zeigen in dieſem Zuſtand keine Neigung, ſich mit den Männchen einzulaſſen, ſind vielmehr eher ablehnend gegen dieſe. Wir bezeichnen dieſe Periode mit einem Ausdruck, den engliſche Forſcher eingeführt haben, als das Anoestrum, oder mit einem deutſchen Wort wollen wir ſie als die Unbrunſt benennen. Aus der Unbrunſt geht das weibliche Säugetier durch ein beſonderes Stadium in den eigentlichen Brunſtzuſtand über. Dieſer Übergangszuſtand wird als das Prooestrum oder die Vorbrunſt unterſchieden. Dieſes Stadium iſt deswegen von beſonderem Intereſſe, weil es der Menſtruation, den monatlichen Blutungen beim menſchlichen Weibe, entſpricht. Es iſt dadurch gekennzeichnet, daß während ſeines Verlaufs meiſt die in den ſogenannten Graafſchen Follikeln des Eierſtocks eingeſchloſſenen Eier beträchtlich wachſen, Eileiter und Uterus ſchwellen, mit Blut ſtark erfüllt werden, daß bei vielen Formen die Schleimhaut des Uterus von ſehr ſich vermehrenden Blutgefäßen durchzogen iſt, deren Wände Blut austreten laſſen, ja in vielen Fällen zerreißen. Es bilden ſich dann oft größere Blutanſammlungen unter der Schleimhaut. Die Schleimhaut produziert ſehr viel Schleim aus den ſtark vergrößerten Uterusſchleimhautdrüſen, zu dem mehr oder weniger Blut hinzutritt. Auch hebt ſich oft das Epithel der Schleimhaut in Fetzen ab, die abgeſtoßen werden. Schleim und Blut bilden eine dickere oder dünnere Flüſſigkeit, welche aus der Vagina hervortropft, und welche den Zuſtand der Vorbrunſt ſehr charakteriſtiſch bezeichnet. Solcher blutiger Ausfluß iſt in der Vorbrunſt nachgewieſen bei Beuteltieren (Känguruhs), Tupaia javanica, einem Inſektenfreſſer, bei den Flughunden (Pteropus), bei Raubtieren, wie Hunden und Wölfen, bei Huftieren z. B. Kühen, nicht immer beim Pferd, bei dem jedoch Schleim immer ausfließt, ebenſo beim Schaf, bei dem meiſt dem letzteren kaum Blut beigemiſcht iſt; typiſcher blutiger Ausfluß iſt bei dem Halbaffen Tarsius spectrum und den Affen (Cercopithecus, Cynocephalus, Macacus, Semnopithecus uſw.) nachgewieſen worden.

An die Vorbrunſt ſchließt ſich die als Hochbrunſt (Oestrum) zu bezeichnende Periode an. Meiſt hat in dieſer Zeit das Ausfließen aus der Vagina aufgehört. Die Weibchen ſind dann erregt und begehrlich nach dem Männchen. Bei vielen Arten laſſen ſie ſie überhaupt nur in dieſer Zeit zur Begattung zu. Nur in dieſer Zeit, zu welcher auch die Ovulation vor ſich geht, iſt die Begattung ausſichtsvoll, nur während der Hochbrunſt kann normalerweiſe Befruchtung des Eies zuſtande kommen. Bei Beuteltieren ſchiebt ſich nach der Hochbrunſtperiode eine beſondere Periode ein, die Schlußbrunſt (Postoestrum), in welcher nach den Unterſuchungen von Hill und O'Donoghue an Dasyurus viverrinus erſt die Ovulation und Befruchtung erfolgt.

Iſt Befruchtung zuſtande gekommen, ſo folgt allgemein bei Säugern nun die Periode der Trächtigkeit, dann die Geburt der Tiere, nach welcher die inneren Geſchlechtsorgane eine Erholungs- und Ruhezeit beginnen. Das Muttertier geht zur Säugung über, worüber in ſpäteren Kapiteln Näheres berichtet wird.

Das Muttertier tritt in bezug auf den Zuſtand ſeiner Geſchlechtsorgane wieder in den Zuſtand der Unbrunſt (Anoestrum) ein.

Iſt aber keine Befruchtung zuſtande gekommen, ſo geht das weibliche Tier bei den einbrünſtigen Arten von der Hochbrunſt durch einen Zuſtand der Nachbrunſt (Metoestrum),

Digitized by

während deren allmählich die Veränderungen der Genitalorgane sich zurückbilden in die lang andauernde Unbrunst (Anoestrum) über. Erst im nächsten Jahre kann es wieder in Brunst geraten und fruchtbar begattet werden. Der Brunstzyklus eines einbrünstigen Tiers verläuft also von Unbrunst durch Vorbrunst, Hochbrunst und Nachbrunst zurück zur Unbrunst.

Anders ist es bei den vielbrünstigen Tieren; bei ihnen kann der Zyklus, wenn Befruchtung eintritt, ein entsprechendes Bild darbieten wie bei den einbrünstigen Tieren. Auf Vorbrunst und Hochbrunst folgt dann Schwangerschaft. Wenn aber keine Befruchtung erfolgt ist, so tritt z. B. bei Ratte und Kaninchen nach der Hochbrunst die Nachbrunst ein, auf diese folgt eine kurze, nur wenige Tage dauernde Ruheperiode, die Zwischenbrunst (Dioestrum), nach welcher die Geschlechtsorgane sogleich wieder in den Zustand der Vorbrunst (Prooestrum) übergehen. Solche Brunstperioden können in größerer Zahl aufeinanderfolgen, jedesmal durch eine kurze Zwischenbrunst getrennt, bis nach Ablauf einer gewissen Zeit der ganze Brunstzyklus abgeschlossen ist und sich ein länger dauernder Zustand der Unbrunst (Anoestrum) anschließt. Man spricht bei solchen Formen von einem Zwischenbrunstzyklus (dioestrischen Zyklus). Ein solcher ist sehr charakteristisch für die meisten Nager; so dauert die Brunstperiode bei der Ratte mehrere Monate, von Januar bis etwa August, in welcher Zeit alle 10 Tage ein Zwischenbrunstzyklus abläuft, das Tier also alle 10 Tage begattungsfähig und befruchtbar ist.

Bei anderen Tieren, und zwar besonders bei Haustieren, ist der Brunstzyklus zu einem kontinuierlichen geworden; Zwischenbrunstzyklen reihen sich während des ganzen Jahres aneinander an, durch keine längere Ruhezeit der Unbrunst unterbrochen.

So ist ja bekanntlich beim Menschen die Menstruation, auch Regel oder Periode genannt, das sichtbare, äußere Merkmal der Brunstperiode, ein Vorgang, der alle Monate, ca. alle 28 Tage, bei manchen Frauen auch in etwas unregelmäßigeren Intervallen sich wiederholt. Auch beim Menschen pflegt das Weib in der Hochbrunst, also kurz nach dem Aufhören des Menstruationsflusses, am begehrlichsten zu sein, und zu dieser Zeit ist die größte Aussicht auf erfolgreiche Begattung.

Einbrünstig sind, wie schon aus der Schilderung der Brunsterscheinungen in Abschnitt 1, S. 429 ff. hervorging, sehr viele Säugetiere. Nach unseren bisherigen Kenntnissen gehören hierher die Kloakentiere (nach Semon), der Beutelbär (Phascolarctos cinereus) (nach Semon), die Känguruhs, der Beutelmarder (Dasyurus viverrinus) und wahrscheinlich alle Beuteltiere (nach Hill). Ebenso verhalten sich die Mehrzahl der wilden Huftiere, die Wildschafe, Wildziegen, Rinder, Antilopen usw. Die Brunstzeit ist bei ihnen sogar oft nur auf wenige Tage beschränkt. Die größeren Raubtiere sind ebenfalls einbrünstig, so Wölfe, Füchse, Wildkatze, Löwen, Puma, Bären, aber auch Frettchen, Iltis, Hermelin, Wiesel, Marder, Dachs. Auch die Fledermäuse sind hierher zu rechnen (vgl. S. 494).

Vielbrünstig sind die Insektenfresser, so vor allem Spitzmäuse, auch die Igel, wenn auch letztere es nicht zu vielen Bruten im Jahre bringen. Der Maulwurf scheint eine Ausnahme zu bilden. Vor allem sind die Nagetiere vielbrünstig. Es gilt dies für Maus, Ratte, Kaninchen, Meerschweinchen, Mus minutus, M. sylvaticus, Arvicola glareolus, A. agrestis, Hasen usw. usw. Schließlich sind hierher zu rechnen die Halbaffen und die Affen.

Bei den vielbrünstigen Tieren sehen wir fast stets den Brunstzyklus auf eine bestimmte Zeit des Jahres gelegt, die oft mehrere Monate umfassen kann, so nach Heape bei Mus minutus 4—6 Monate, bei Arvicola agrestis Januar—Oktober, bei Mus musculus, decumanus und rattus 8—9 Monate. Beim wilden Kaninchen dauert sie von Februar bis Mai, beim zahmen 5—6 Monate (der Zwischenbrunstzyklus beträgt 10—15 Tage),

Digitized by Google

beim Feldhasen ca. 2 Monate, beim Eichhörnchen ca. 1 Monat, beim Meerschweinchen den Sommer über. Spitzmäuse werden zwischen April und November, Igel zwischen März und Juli (in England einmal im Mai—Juni und einmal im August—September) brünstig; der Maulwurf März—Mai. Bei den Lemuren hat man z. B. bei Tarsius spectrum Befruchtung hauptsächlich im Oktober und November beobachtet. Auch bei den Affen liegt ähnliches vor. So hat man Empfängnis bei Macacus rhesus in den Bergen Indiens bei Simla im Oktober, in der Ebene jedoch im Mai und in anderen Gegenden in anderen Monaten des Jahres festgestellt. Bei manchen Affen hat man wie beim Menschen echte Menstruation, also Monatsfluß, festgestellt, so bei Semnopithecus entellus, Papio porcarius, Macacus rhesus und Cynomolgus.

Sehr merkwürdig ist, daß viele in der Natur einbrünstige Tiere in der Gefangenschaft, wohl unter dem Einfluß des reichlichen Futters und sorgsamer Pflege vielbrünstig werden. Das ist z. B. der Fall bei Schafrassen; die schottischen Schafe z. B. im Hochland haben in einem Brunstzyklus zwei, die im Tiefland drei, oft sogar 5—6 Perioden der Hochbrunst. Es kommt auch vor, daß in einem Jahr von einem Mutterschaf zweimal Junge geworfen werden. Ebenso sind die Schafe in Kapland, Argentinien und Australien vielbrünstig geworden. Unsere Hauskatzen haben ca. 4 Brunstzeiten im Jahr und können auch zwei Würfe bringen, meist im Frühling und Herbst. Die Haushunde haben zwei Brunstzeiten, die aber wohl einem Brunstzyklus angehören, der im Frühjahr beginnt und bis zum Herbst dauert. Es kommen Schwankungen je nach der Größe der Rasse vor, indem kleine Hunde öfter in Brunst kommen als große; bei ersteren dauert sie kürzer als bei letzteren. Im allgemeinen dauert die Vorbrunst bei Hunden ca. 10 Tage, die Hochbrunst 8—10 Tage. Beide Perioden sind gekennzeichnet durch geschwollene Vulva, die feucht von Schleim und dem gewöhnlich blutigen Ausfluß ist, der im Verlauf der Hochbrunst aufhört. Nach den Erfahrungen der Hundezüchter ist die beste Zeit zu fruchtbarer Begattung der elfte Tag nach Beginn der Vorbrunst, also gerade der Anfang der Hochbrunst. Hündinnen tragen höchstens zweimal im Jahre.

Sehr eigenartig ist die Tatsache, daß bei Tieren mit kontinuierlichem Brunstzyklus, also z. B. bei Affen, trotz monatlich sich wiederholender Brunst, die Trag- und Geburtszeiten in bestimmten Monaten des Jahres liegen. Es scheint also bei diesen Formen, was auch durch Untersuchungen ziemlich sichergestellt ist, die Brunst nur zu bestimmten Zeiten des Jahres fruchtfähige Brunst zu sein. Zu anderen Zeiten führt Begattung zu keinem Erfolg. Merkwürdigerweise scheint auch beim Menschen, bei manchen Naturvölkern, dieselbe Regel zu gelten. Bei den höher stehenden Völkern ist diese Periodizität verwischt, aber überall sehen wir in der Geburtenhäufigkeit zu bestimmten Zeiten, auch in der Abhaltung gewisser mit geschlechtlicher Betätigung im Zusammenhange stehender Feste noch Spuren der alten Eigentümlichkeit.

In der Regel unterbleibt die Brunst mit allen ihren Erscheinungen während der Schwangerschaft. Doch gibt es Tierarten, und unter den anderen Arten gelegentlich Individuen, bei denen die Brunst während der Schwangerschaft auch auftritt. Das erfolgt entweder unregelmäßig oder oft auch in der normalen Periodizität. Brunst während der Trächtigkeit ist bei Hunden, Katzen, Kühen, Pferden usw. beobachtet worden. Die Folge davon kann sog. Superfötation, d. h. Befruchtung und Entwicklung eines zweiten Satzes von Eiern, sein. So hat man gelegentlich bei Hunden und Katzen neben einem Satz weit entwickelter Embryonen einen zweiten gefunden, deren Entwicklung noch auf den ersten Stufen stand.

Die Brunst ist ein Zustand, bei welchem die Selbsterhaltungsinstinkte der Tiere oft vollkommen unterdrückt erscheinen. Manche Arten, so Turbellarien, Schnecken, auch manche

Digitized by Google

Inſekten, ſind während der Vorbereitungen zur Begattung und vor allem während der letzteren ſelbſt ganz unempfindlich gegen alle Reize der Außenwelt, ja ſelbſt gegen Schmerz und Verletzungen. Von den balzenden Vögeln haben wir gehört, daß ſie ſelbſt Schüſſe nicht hören. Die brünſtigen Elefanten wühlen den Wald auf, reißen Bäume aus; ähnliches iſt vom Wiſent und anderen großen Huftieren bekannt, die bei ihren wilden Brunſthandlungen ſich oft ſelbſt ſchwer verletzen, die Hörner knicken, Zähne abbrechen uſw. In der Begattung befindliche Inſekten (z. B. Lymantria dispar) kann man in Stücke ſchneiden, ohne daß die Teile aufhören, die angefangene Handlung fortzuſetzen. Das Männchen der Käfergattung Anoxia villosa wurde dabei beobachtet, daß es die Kopulation nicht unterbrach, während es von einem Raubkäfer Scarites eurytus aufgefreſſen wurde (vgl. auch S. 501).

Es iſt bemerkenswert, daß der blinde Rauſch der Brunſt vielfach die Veranlaſſung zu direkten Irrtümern der Tiere wird. Sie begeben ſich in Gegenden, die ſie ſonſt niemals aufſuchen würden und die Gefahren für ſie enthalten. Waldtiere, wie Auerhähne und Hirſche, rennen Menſchen oder Weidetieren nach. Die Brunſt treibt Tiere unbeſonnen, Angehörige anderer Arten zu verfolgen. Viele Inſekten erkennen ihre Weibchen erſt mit Hilfe des Geruchsſinnes aus der Nähe genau. Aus der Ferne werden ſie aber durch den Geſichtsſinn in deren Nähe geführt. Die Hitze der Brunſterregung führt nun oft zu eigenartigen Täuſchungen. So ſieht man im Frühling bei uns nicht ſelten den Zitronenfalter (Gonopteryx rhamni L.) den Flügen der Weißlinge folgen und erſt im letzten Augenblick mit Hilfe des Geruchsſinns ſeinen Irrtum bemerken. Seitz ſah ein Männchen von Colaenis julia den feuerroten Emesis fatime Cr. wütend verfolgen. Die Männchen von Argynnis aglaja ſtürzen ſich auf jedes vorüberfliegende Inſekt, ſelbſt auf Libellen, Tabaniden, ſogar auf kleine Vögel. Auch bei Käfern ſind ſolche Verwechſlungen beobachtet worden, ſo von Blunck beim Gelbrand. Von den brünſtigen Froſchmännchen iſt bekannt, daß ſie nicht ſelten Weibchen anderer Arten, Kröten, ja ſelbſt Fiſche, beſonders Karpfen, erfaſſen und ihnen bei der Umarmung die Brunſtſchwielen der Daumen tief in die Seiten preſſen.

Es kommen ſogar Fälle vor, in denen man durch die Brunſterregung Männchen zu perverſen Handlungen verführt ſieht. Nicht nur, daß ſie unreife Weibchen und Weibchen anderer Arten überfallen und bei untauglichen Begattungsverſuchen ſchwer verletzen, was man beſonders bei Käfern oft beobachten kann; Männchen ſuchen oft auch an Männchen den Koitus zu erzwingen. So hat neuerdings Federley bei Baſtardierungsverſuchen mit Schmetterlingen aus der Gattung Pygaera beobachten können, daß die Männchen ſelbſt in Anweſenheit der Weibchen anderer Arten eher untereinander den Koitus auszuführen ſuchen, als daß ſie ſich an den fremden Weibchen vergreifen. Bei gefangen gehaltenen Anatiden ſind viele Beobachtungen über perverſe Beziehungen bei Männchen und Weibchen gemacht worden.

Die Dauer der Brunſt iſt bei den Männchen in der Regel länger als bei den Weibchen, beſonders bei den polygamen Männchen, welche eine größere Anzahl von Weibchen zu begatten vermögen. Bei manchen Arten der höheren Tiere, beſonders der Säugetiere, ſind die Männchen nach erlangter Geſchlechtsreife dauernd begattungsfähig.

Bei den Weibchen dagegen dauert die Brunſt oft nur ſehr kurz. Das iſt z. B. für die Weibchen ſozialer Apiden genauer bekannt. Nach Buttel-Reepen erliſcht bei den Hilfsweibchen der Hummeln die Brunſt ſehr raſch, da keine Männchen im Frühling vorhanden ſind. Auch bei Bienenköniginnen erliſcht die Brunſt innerhalb von 48 Stunden, und wenn eine Königin bis dahin nicht den Hochzeitsflug angetreten hat und befruchtet worden iſt, dann geſchieht letzteres überhaupt nicht mehr. Von einer Anzahl von Säugetieren, ſo z. B. von Beuteltieren, kennen wir auch Beiſpiele von ſehr kurzdauernder Brunſt der Weibchen. So

Digitized by Google

dauert ſie beim Opoſſum (Didelphys virginianus) nach Selenka nur 3—5 Stunden, bei Dasyurus viverrimus nach Hill und O'Donoghue 1 bis höchſtens 3 Tage. Bei wilden Huftieren dauert ſie meiſt kaum 3 Wochen.

Bei vielen langlebigen Arten beginnen nach erloſchener Brunſt die Männchen wieder ihr ſolitäres Leben, ſo bei den meiſten Huftieren, bei Fiſchen, Reptilien, Amphibien. Auch die Weibchen iſolieren ſich dann wieder, zeigen vielfach aber noch beſondere Änderungen im Benehmen. Vor allem werden ſie ſehr abweiſend gegen Annäherungsverſuche begattungsluſtiger Männchen. Befruchtete Käferweibchen oder Spinnen wenden ſich mit Heftigkeit gegen zudringliche Bewerber, jagen ſie davon, ja die Spinnen töten und freſſen ſie ſogar in vielen Fällen. Wie raſch die Brunſt verfliegen und der Selbſterhaltungstrieb bei den Weibchen wieder erwachen kann, dafür iſt die Beobachtung von Fabre von Wichtigkeit, der das Weibchen von Mantis religiosa das Männchen mitten im Paarungsakt auffreſſen ſah; das hintere Drittel des letzteren fuhr unterdeſſen reflektoriſch mit dem Begattungsakt fort. Ein Weibchen ſah er einmal ſieben Männchen in dieſer Weiſe behandeln. Dasſelbe kommt bei Tettigonia verrucivora vor. Auch bei Käfern (Telephoriden) hat Adlerz ähnliches feſtgeſtellt, und nach Perty tötet das Weibchen der Raubfliege Asilus cyanurus das Männchen nach vollzogener Begattung und ſaugt es aus. Bei den lebendiggebärenden Knochenfiſchen greifen trächtige Weibchen in der heftigſten Weiſe ſich nähernde Männchen an, kämpfen mit ihnen und verletzen ſie oft erheblich. Aquarienliebhaber pflegen aus dieſem und anderen Gründen Männchen und Weibchen nach erfolgter Begattung baldigſt zu trennen. Auch manche Säugetierweibchen ſind ablehnend, ſelbſt aggreſſiv gegen die Männchen, ſobald ſie ſich trächtig fühlen.

Auch für unſer Auge iſt bei manchen Arten die erfolgte Befruchtung äußerlich ſchon an ſog. Begattungszeichen zu erkennen. Bei vielen niederen Tieren ſind dies Maſſen des die Spermapakete umhüllenden Sekretes, welche oft aus der Vagina der Weibchen herausragen, bei anderen die an der letzteren oder in ihrer Nähe angeklebten Spermatophoren. Solche zeigen uns die erfolgte Begattung, z. B. bei den Kopepoden, deutlich an. Bei höheren Krebſen, ſo den dekapoden, finden wir die Spermamaſſen mit einem weißleuchtenden Sekret an der Bauchſeite des Körpers angeklebt. Bei Dytiscus marginalis, dem Gelbrand, und anderen Waſſerkäfern ragt der Spermapfropf noch aus der Vagina hervor. Erhärtetes Sekret am Hinterende des weiblichen begatteten Apollofalters wurde ſchon von Linné bemerkt und ſpäter fälſchlich als Aſtertaſche beſchrieben. Solche Begattungszeichen kommen bei allen Parnassius-Arten und anderen Schmetterlingen vor. Bei Spinnen erfüllt das Sperma in dicken Maſſen die Geſchlechtsgänge, ſo daß man es z. B. bei Galeodes als weiße Maſſe durch die dünne Bauchwand hindurchſchimmern ſieht. Bei der Bienenkönigin ſteckt nach der Begattung der abgeriſſene Penis der Drohne noch in der Vagina. Die Kitt- und Zementdrüſen der Nematoden (ſpeziell Skleroſtomiden) und Akanthocephalen dienen auch der Produktion ſolcher Begattungszeichen, welche eine weitere Befruchtung der Weibchen verhindern oder doch erſchweren, vielleicht auch das Herausfließen der Spermatozoen aus der Vagina verhindern (vgl. Abb. 258 gl. cm S. 302). Ähnliche Erſcheinungen kommen ſogar bei Säugetieren vor. Bei Nagetieren wird bei der Begattung nach der Ejakulation des Spermas ein Sekret akzeſſoriſcher Drüſen des männlichen Genitalapparates in die Scheide ergoſſen, wo es zu einem Pfropf gerinnt, welcher die Scheide bis kurz vor der Geburt verſchloſſen hält. Ähnliches kommt bei Fledermäuſen vor, deren Vaginalpfropf aber zum Teil von Drüſen der Vagina geliefert wird. Was uns als Begattungszeichen äußerlich auffällt, iſt alſo oft ein Mittel, welches das Herausfließen des Samens aus der Scheide verhindert

oder sonstwie die Fixierung desselben am Weibchen besorgt. Bei vielen Tieren werden Weibchen mit Begattungszeichen von den Männchen nicht mehr belästigt. Doch vermögen z. B. Schmetterlingsmännchen auch, ohne daß für uns erkennbare Begattungszeichen vorhanden wären, begattete Weibchen von jungfräulichen zu unterscheiden.

5. Bedeutung der geschlechtlichen Besonderheiten und Gewohnheiten.

Überblicken wir die Gesamtheit der vielfach so merkwürdigen Erscheinungen, die wir in diesem Kapitel, vor allem in dessen erstem Abschnitt kennen gelernt haben, so drängt sich uns die Frage auf, welche Bedeutung wir ihnen zuschreiben sollen. Bekanntlich hat Darwin die besonderen sexuellen Merkmale und Gewohnheiten durch seine Theorie der sexuellen Zuchtwahl zu erklären gesucht. Er nahm an, daß die durch besondere Eigenschaften ausgezeichneten Männchen von den Weibchen bevorzugt würden und damit die größere Chance hätten, diese ihre Eigenschaften auf die Nachkommenschaft zu übertragen. Im ersten Band S. 489 ff. ist bereits dargelegt worden, welche Schwierigkeiten die Deutung der sekundären Geschlechtsmerkmale und ihrer Wirkung und Entstehung bereitet. Es wurde dort die Annahme, welche zuerst Wallace vertreten hat, für die wahrscheinlichste erklärt, daß die Ersparnis an Nährstoff und Baumaterial im Körper des Männchens gegenüber dem durch Fortpflanzung und Brutpflege weit mehr belasteten Weibchen, jenem die Möglichkeit zu exzessiven Bildungen und Leistungen gewähre.

In diesem Bande haben wir nun eingehend die Vorgänge besprochen, welche der Begattung vorausgehen, wir haben gesehen, in welcher Weise die besonderen Eigenschaften und Fähigkeiten der Männchen wirken, und so werden wir auch zu Deutungen hingeführt, welche von der Beobachtung der lebenden Tiere und ihrer Handlungen ausgehen.

Die Schilderung der Werbehandlungen höherer Tiere, die wir in den vorstehenden Blättern gegeben haben, lassen wohl keinen Zweifel darüber, daß sie in einem Zusammenhang mit der Steigerung der geschlechtlichen Erregung stehen. Dies wird uns um so mehr einleuchten, wenn wir eine kurze Skizze der Verteilung der sekundären geschlechtlichen Merkmale und der Hilfsmittel zur Herbeiführung des Geschlechtsakts im Tierreich überblickt haben.

Wir haben gesehen, daß sekundäre Geschlechtsmerkmale den niederen Wirbellosen so gut wie vollkommen fehlen. Besondere Verknüpfungen in der Lebensgeschichte der Arten bewirken es, daß bei Protozoen, Schwämmen, Coelenteraten und Würmern, soweit diese Tiere nicht überhaupt hermaphrodit sind, Männchen und Weibchen im geschlechtsreifen Zustand am gleichen Ort versammelt sind. Viele marine Tiere haben eine Entwicklungsgeschichte, welche direkt bedingt, daß die geschlechtsreifen Tiere im gleichen Niveau des Meerwassers, in der gleichen Region zur Zeit der Geschlechtsreife zusammentreffen. Näheres hierüber findet sich in den Abschnitten über Gesellschaftsbildung im Tierreich S. 681 und über Tierwanderungen S. 513 ff. Bei solchen Formen wie Medusen, Echinodermen, vielen Würmern scheinen chemische Reize, welche die nahe beieinander versammelten Tiere aufeinander ausüben, die Ausstoßung der Geschlechtsprodukte zu veranlassen. Diese, Eier und Sperma, werden frei ins Wasser entleert, wo ihre große Masse die Möglichkeit regelrechter Befruchtung sehr steigert. Ähnliches gilt selbst noch für hochstehende Anneliden, welche oft zur Geschlechtsperiode in großen Schwärmen auftreten, ihre Geschlechtsprodukte in Massen in das Meerwasser entleeren, um dann selbst zugrunde zu gehen. Man denke nur an den Palolowurm (Bd. I, S. 511) oder an die vielen Nereiden und Syllideu, mit

Digitized by Google

ihren schwärmenden Geschlechtsstadien und ihren sich loslösenden, die Geschlechtsprodukte enthaltenden Körperpartien.

Selbstverständlich müssen auch bei den niederen Tieren, wenn innere Befruchtung stattfindet, besondere Einrichtungen getroffen sein, um die Partner zusammenzuführen. Wir kennen Vorgänge zu solchem Endziel bei den zwittrigen Strudelwürmern und den Blutegeln und ihren Verwandten. Merkwürdigerweise erinnern sie sehr an die Liebesspiele, die wir bei den ebenfalls zwittrigen Landschnecken oben beschrieben haben. Sie bestehen in einem erregten Umherkriechen der Tiere in der Reifezeit, wodurch die Möglichkeit der Begegnung erhöht wird. Aufrichtung der Tiere aneinander, oft Umschlingung, Berührung und Reiben mit den Körperflächen scheinen die Erregung zu steigern und auf den gewünschten Höhepunkt zu führen.

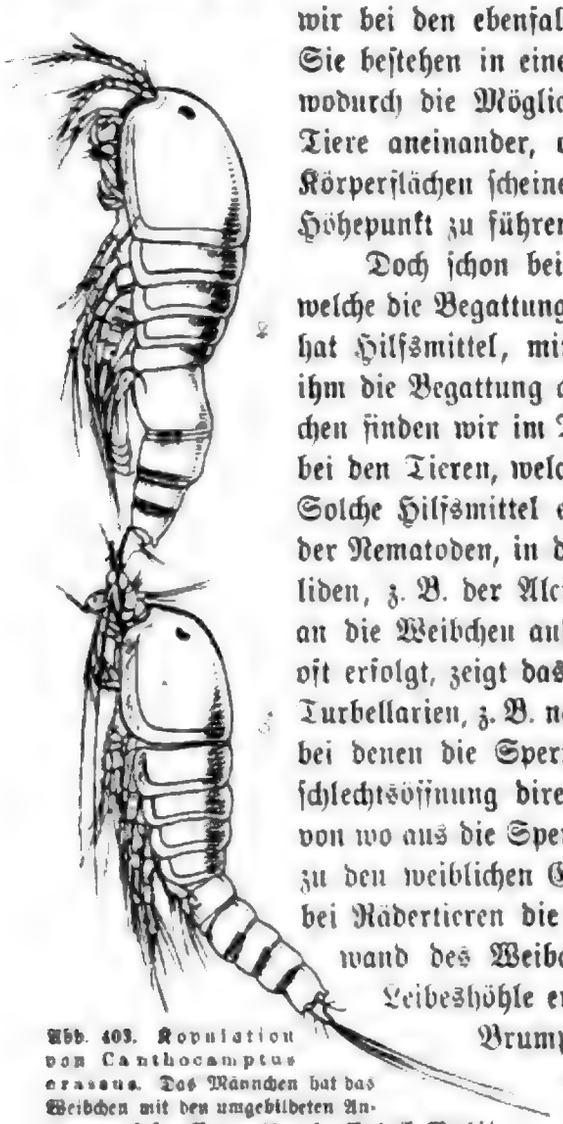


Abb. 403. Kopulation von Canthocamptus crassus. Das Männchen hat das Weibchen mit den umgebildeten Antennen erfaßt. Vergr. 20 mal. Nach E. Wolff.

Doch schon bei den Würmern treten uns Einrichtungen entgegen, welche die Begattung auf eine andere Weise sicherstellen. Das Männchen hat Hilfsmittel, mittels deren es sich des Weibchens bemächtigen und ihm die Begattung aufzwingen kann. Solche Vergewaltigung der Weibchen finden wir im Tierreich überaus weit verbreitet, und zwar vor allem bei den Tieren, welche auf einer mittleren Stufe der Entwicklung stehen. Solche Hilfsmittel erblicken wir in den Spiculae oder Begattungshaken der Nematoden, in den Drüsenpolstern an der Bauchseite mancher Anneliden, z. B. der Alciopiden, mit denen sich die Männchen wahrscheinlich an die Weibchen anheften. Wie brutal die Aufzwingung der Begattung oft erfolgt, zeigt das Verhalten einiger niederer Würmer, besonders von Turbellarien, z. B. nach den Beobachtungen von Lang an marinen Formen, bei denen die Spermatophoren unter Vermeidung der weiblichen Geschlechtsöffnung direkt in die Leibeswand des Partners gebohrt werden, von wo aus die Spermatozoen durch das Körperparenchym sich ihren Weg zu den weiblichen Genitalien bahnen müssen. Plate hat festgestellt, daß bei Rädertieren die Männchen manchmal mit ihrem Penis die Leibeswand des Weibchens durchbohren und das Sperma direkt in die Leibeshöhle ergießen. Nach den Untersuchungen von Kowalevsky, Brumpt, Brandes u. a. geschieht die Begattung bei den Süßwasserblutegeln aus den Gattungen Clepsine, Nephelis und Piscicola in einer ähnlichen Weise. Bei ihnen wird auch eine „Pseudospermatophore", eine Röhre mit zusammengebackenen Spermamassen, in die Leibeswand gestoßen; manche Formen scheinen so an die Umgebung der Vagina angepaßt zu sein, daß ein besonderes Parenchymgewebe den Spermatozoen einen bequemen Weg zu den weiblichen Genitalien gestattet.

Bei den Arthropoden finden wir eine Menge Einrichtungen, welche es dem Männchen erleichtern, dem Weibchen Gewalt anzutun. Schon die niederen Crustaceen mit ihren Klammerapparaten an Antennen (Abb. 403) und Beinen, die höheren Formen, welche die Weibchen mit den Scheren festhalten, die im ersten Band und z. T. auch in diesem geschilderten Begattungsmethoden höherer und niederer Insekten, der Libellen, Wasserkäfer, Hymenopteren usw. geben uns hiervon Beispiele. Ja, so gewaltsam drängen sich hier die Männchen um die Weibchen, daß es zu Kämpfen kommt, daß die Weibchen durch die gewaltsam eingeführten

Digitized by Google

Bird of Paradise.—Of all birds of the tropical regions, the Birds of Paradise are the most remarkable for the beauty of their plumage. Their feathers are of the most delicate texture, and are arranged in the most graceful manner. Their colours are of the richest kind, and are displayed in the most striking contrast. Their tails are long, and their wings are short. Their bills are strong, and their legs are slender. They are found in the forests of New Guinea and the adjacent islands. They feed on fruits and insects. They are very shy birds, and are rarely seen by Europeans. They are hunted by the natives for the sake of their feathers, which are used as ornaments for the head-dress.

Kraft und Gewandtheit herabgesetzt ist, werden meist nach erfolgter Begattung getötet und vom Weibchen gefressen. Ebenso erleiden solche Männchen „ein ähnliches trauriges Geschick", obwohl sie durchaus frisch und kräftig sind, welche an ein schon befruchtetes oder gar schon schwangeres Weibchen geraten. Solche Mütter sind stets in einem sehr reizbaren Zustand, beißen mit größter Wut um sich und töten jedes unvorsichtig sich nähernde Männchen.

Wenn aber ein junges, lebenskräftiges Galeodes-Männchen mit einem ebensolchen noch unbefruchteten Weibchen zusammentrifft, geht es mit geradezu überraschender Geschwindigkeit zum Angriff über. „Mit voller Wucht springt das Männchen auf das auserwählte Weibchen los und versteht fast immer den Hinterleib desselben in der Dorsalgegend zu packen. Mit ziemlicher Gewalt kneift es dort seine Zangen in die weiche Rückenhaut ein, so daß es den Anschein gewinnt, als müsse eigentlich das Weibchen hierbei verwundet werden, was indessen nur in seltenen Ausnahmefällen wirklich geschieht."

Das Weibchen wird durch diese Behandlung in einen vollkommen willenlosen Zustand versetzt, den Heymons direkt mit einem hypnotischen Zustand vergleicht. Er wird wohl durch Druck auf bestimmte Regionen des Abdomens ausgelöst und läßt sich auch experimentell herbeiführen.

Ist der Ort des Überfalls zu ungedeckt oder sonstwie ungeeignet, so schleppt das kleine Männchen das viel größere und schwerere Weibchen wie einen „leblosen Ball" oft 2 m weit davon. „Die nun folgenden Prozeduren werden von den Männchen mit einer Gewalt und Rücksichtslosigkeit vorgenommen, daß der Zuschauer kaum ein Gefühl des Mitleids mit dem dieser rohen Behandlungsweise ganz machtlos preisgegebenen Weibchen unterdrücken kann." Das Weibchen wird in die richtige Lage, mit dem Bauch nach oben, gezerrt, oft gegen einen Stein gepreßt. Dann werden mit den Cheliceren die Regionen der Bauchhaut, an denen die Genitaldrüsen des Weibchens durchschimmern, gekniffen und gebissen. Hierauf senkt das Männchen mit voller Energie seine Cheliceren in die Genitalöffnung des Weibchens; deren Rand tritt, nachdem dies mehrmals geschehen ist, infolge der Reizung als breiter Wulst hervor.

„Die Erregung des Männchens hat nun ihren Höhepunkt erreicht; zitternd bewegt es beide Maxillarpalpen und hebt den Hinterleib ein wenig, aus dessen Genitalöffnung ein zähflüssiger, klebriger Spermaballen hervorquillt. Kaum ist dieser auf den Boden gelangt, so wird er auch schon blitzschnell von den Cheliceren des Männchens aufgenommen und an die weibliche Genitalöffnung gebracht. Hierauf stopft das Männchen, abwechselnd die rechte und linke Chelicere benutzend, die zähe Spermamasse in die Öffnung hinein, wobei es wieder mit großer Gewalttätigkeit zu Werke geht."

Bei diesen letzten Prozeduren erleidet das Weibchen offenbar Schmerzen; es erwacht aus seiner Erstarrung, sträubt sich und sucht das Männchen abzuwehren. Vorläufig sind diese Versuche vergeblich; noch steht das Männchen über dem Weibchen, fährt fort, den Spermaklumpen mit den Cheliceren in die weibliche Genitalöffnung zu stopfen, deren geschwollene Ränder es schließlich zusammenkneift. Mit gegen die weibliche Öffnung fest gepreßten Cheliceren bleibt das Männchen einige Sekunden regungslos stehen, um dann plötzlich mit einem Sprung mit äußerster Geschwindigkeit und Hast davon zu rennen. Auch das Weibchen springt sofort auf die Füße und läuft hinweg. Doch wehe! wenn ihm jetzt das Männchen noch in die Hände fällt! Die ganze Begattung hat mehrere Minuten in Anspruch genommen.

Auf einer ähnlichen Basis wie diese gewaltsamen Begattungen beruht die so weit bei niederen Tieren verbreitete Befruchtung durch Spermapatronen, sog. Spermatophoren. Die-

Digitized by Google

selben werden auch vielfach unter Gewaltanwendung in die Geschlechtsöffnungen des Weibchens gestopft oder in deren Umgebung vom Männchen angeklebt. Oft ist die Begattungshandlung bei solchen Formen eine sehr rasch vorübergehende, nur für kurze Zeit können die Männchen sich der Weibchen bemächtigen. Flinkheit, Gewandtheit, gute Sinnesorgane entscheiden darüber, welches Männchen dazu gelangt, im Wettbewerb mit den andern, dem Weibchen seine Spermatophore anzukleben. Mit diesen Vorgängen können wir die Begattung mittels eines sich loslösenden Hektokotylus vergleichen, wie sie bei Tintenfischen vorkommt. Stets bleibt bei dieser Kategorie von Tieren das Weibchen der passive Teil, welcher die Begattung unter Zwang oder infolge von Überrumpelung dulden muß.

Zwang und Gewalt spielen auch noch bei den Wirbeltieren eine sehr große Rolle; wir haben Beispiele dafür bei Fischen, Amphibien und Reptilien kennen gelernt. Ja selbst bei den höchsten Tieren, den Säugetieren, spielen sie noch die wesentlichste Rolle. Die Männchen treiben vielfach ihre Weibchen zusammen und halten sie unter eifersüchtigster Überwachung, sie oft unter brutaler Mißhandlung zur Begattung zwingend. Ja selbst bei den Affen, sogar den Menschenaffen, scheint Gewalt die Methode zu sein, um die Weibchen zur Liebe zu veranlassen; andere Bewerbungskünste scheinen nur eine sekundäre Rolle bei diesen den Menschen am nächsten stehenden Tieren zu spielen.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß bei denjenigen Tieren, bei denen die Männchen sich mit Gewalt der Weibchen bemächtigen, es für erstere ein Vorteil ist, kräftiger oder besser ausgerüstet zu sein. Wir brauchen nur an alle die polygamen Säugetiere zu denken, deren Männchen um die Weibchen kämpfen, um sich einen Harem zu bilden, um zu verstehen, daß es entschieden ein Vorteil für die Art ist, daß die vollkommen ausgewachsenen starken und gesunden Tiere ihre Eigenschaften auf eine möglichst große Zahl von Nachkommen übertragen. Es ist schon früher mit Recht von verschiedenen Autoren darauf aufmerksam gemacht worden, daß, wenn, was sehr wahrscheinlich ist, bei diesen Vorgängen eine Auslese stattfindet, diese sich in nichts von der natürlichen Zuchtwahl unterscheidet. Bei der Konkurrenz der einzelnen Individuen entscheiden die hervorragenderen Eigenschaften darüber, wer Sieger wird.

Allerdings können wir schon bei solchen Formen beobachten, daß die Kämpfe der Männchen nicht nur deren eigene geschlechtliche Erregung steigern, sondern dieselbe auch auf die bei den Kämpfen anwesenden Weibchen übertragen. So sehen wir denn vielfach an Stelle der Kämpfe mit dem gleichen Endresultat Scheinkämpfe treten. Daß tatsächlich die Anwesenheit bei Kämpfen und Scheinkämpfen die Weibchen zur Begattung geneigt macht, dafür sprechen viele Beobachtungen an Aquarienfischen, an Hühnervögeln, an Hirschen, Gemsen, Wildschafen, Steinböcken und vielen anderen Huftieren. Ja es gibt gewisse Beobachtungen, welche in drastischer Weise dafür sprechen, daß die Anwesenheit bei den Kämpfen die Weibchen in den Erregungszustand versetzt, der sie zur Begattung geneigt macht. Bei Hühnervögeln, bei Hirschen, Gemsen, Wildpferden kommt es nicht selten vor, daß, während die alten Männchen aufs erbittertste miteinander kämpfen, die erregten Weibchen sich einem zufällig anwesenden oder durch den Kampf angelockten, schwachen, jungen Männchen hin-

Abb. 405. Wolfsspinne Lycosa saccata. Pärchen in Begattung. Das kleine ♂ ist dem ♀ auf den Rücken gesprungen. Nach Emerton aus Mc. Cook.

Digitized by Google

geben, das ſonſt niemals ein Weibchen erlangt hätte. Es profitiert alſo von der allgemeinen geſchlechtlichen Erregung, welche durch die Produktionen der ſexuell erregten Männchen verbreitet wird.

Bei den höheren Tieren ſehen wir mehr und mehr die Kämpfe und die rohe Gewalt durch alle möglichen Produktionen erſetzt werden, welche die Männchen in Gegenwart oder doch in der Nachbarſchaft der Weibchen ausführen. Solche Handlungen ſind noch relativ ſelten bei den Arthropoden. Wir ſahen ſie nur bei wenigen der höchſten Cruſtaceen, dagegen ſind ſie ſchon häufiger bei Arachniden und bei Inſekten.

Gerade bei den Arachniden ſind die Vorgänge, welche der Begattung vorausgehen, ganz beſonders lehrreich. Wir haben vorhin bei Galeodes ein Beiſpiel kennen gelernt, bei welchem Gewalt und Überumpelung den ganzen Vorgang beherrſchten. Ähnliches kommt bei allen Spinnentieren vor, aber mit welch eigenartigen Handlungen und Bewegungen der Männchen iſt die Vorbereitung zur Begattung kompliziert!

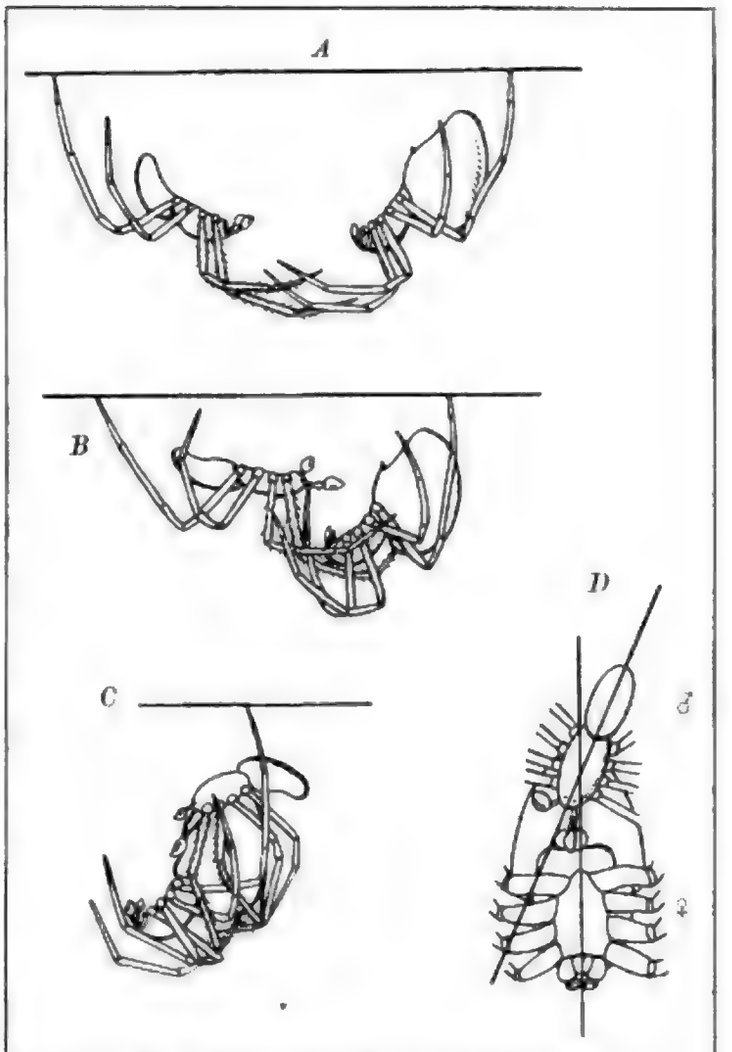


Abb. 406. Begattung bei Epeira quadrata Cl. *A* Vorſpiel I; *B* Vorſpiel II; *C* Begattung; *D* gegenſeitige Stellung der Partner. ♂ von oben, ♀ von unten geſehen. Nat. Größe. Nach Gerhardt.

Es iſt bekannt, daß bei den Spinnen die Liebe ein für die Männchen ſehr gefährliches Geſchäft iſt. Die Weibchen, deren ganze Inſtinkte auf den Nahrungserwerb eingeſtellt ſind, ſtürzen auf jedes lebende Weſen, das in ihren Bereich gerät, und welches ſie zu überwältigen vermögen. Sie machen auch mit den Männchen keinen Unterſchied, wenn nicht gewiſſe Vorausſetzungen erfüllt ſind. So werden denn ſehr viele Männchen von den Weibchen getötet und gefreſſen, wenn letztere entweder ſchon befruchtet oder aus irgendeinem Grunde nicht zur Begattung bereit ſind. Zur Hauptbegattungszeit bei unſeren Radnetzſpinnen ſieht man viele Männchen umherſtreifen und die von den Weibchen gebauten Netze abſuchen. Um jene Zeit machen die jungen Weibchen eine Häutung durch, zu welcher ſie ſich bei Epeira quadrata und Epeira diademata in das Wohnnetz zurückziehen. Speziell bei Epeira quadrata iſt dieſes Wohnnetz ſorgfältig gebaut und glockenförmig; während das Weibchen tagelang regungslos unter ſeiner Glocke ſitzt, wird das Radnetz zerſtört. Gerhardt hat beobachtet, daß oft mehrere reife Männchen in unmittelbarer Nachbarſchaft des Netzes auf den Abſchluß der Häutung des Weibchens warten; erſt nach der Häutung iſt es nämlich begattungsfähig. Gleich nach vollendeter Häutung webt es ſich ein neues Radnetz, wobei es oft ſchon durch die Annäherungsverſuche des Männchens verhindert wird. Kommt ein

Digitized by Google

Männchen zu einem von einem jungen befruchtungsfähigen Weibchen bewohnten Netz, so befestigt es an dessen Rand einen besonders starken Faden, den „stärksten, den man überhaupt an Kreuzspinnengeweben sehen kann"; wie Menge sich ausdrückt: „er dient ihm als Lebens- und Liebesbrücke". Mit Hilfe dieses Fadens sucht das Männchen die Aufmerksamkeit des Weibchens auf sich zu lenken, indem es an ihm zerrt und mit seinen beiden langen vorderen Beinpaaren ruckweise rhythmische Bewegungen ausführt. Hat das Weibchen das Männchen bemerkt, so kommt es ihm entgegen und läßt sich von ihm betasten. Bei genauer Beobachtung kann man oft feststellen, daß beide Tiere sehr mißtrauisch gegeneinander sind. Selbst, wenn das Weibchen zur Begattung geneigt ist, braucht es das Männchen als solches noch nicht sicher erkannt zu haben. Jeden Moment kann von ihm ein Angriff ausgehen, der dem Männchen das Leben kosten würde. So ist das letztere denn bereit, sich in jedem Augenblick davon zu machen. Es gibt allerdings Temperamentsunterschiede bei den verschiedenen Arten; die Männchen von Epeira diadematа Cl. sind nach Gerhardt viel zudringlicher als die schüchternen Männchen von Epeira quadrata Cl.

An dem Liebesfaden haben beide Geschlechter einander sich genähert. Ist das Weibchen nicht von vornherein abweisend, dann avanciert das Männchen, indem es erregte Bewegungen mit allen Beinen und mit dem Hinterleib ausführt (Abb. 406 A). Darauf bleibt es ruhig stehen. Nun zeigen sich beim Weibchen die ersten Anzeichen der Willfährigkeit. Es beginnt mit den beiden vorderen Beinpaaren zu zucken, und daraufhin erfolgt eine weitere Annäherung des Männchens, schließlich in einem kurzen heftigen Sprung (Abb. 406 B). Also auch hier haben wir am Schluß des Vorgangs eine gewisse Gewalttätigkeit; denn nun läßt das Männchen das Weibchen nicht mehr los, bis es seinen Taster eingeführt hat (Abb. 406 C u. D). Nicht immer läuft der Vorgang so regulär ab; die Weibchen verlieren oft die Geduld, kehren ins Netz zurück, um erst wieder durch neue Signale des Männchens hervorgelockt zu werden.

Bei denjenigen Spinnenarten, welche keine Netze bauen, so z. B. bei den Wolfsspinnen (Lycosidae) und bei den Springspinnen (Attidae) sind die Paarungsgewohnheiten sehr abweichend, da ein Netz und überhaupt Gewebe bei ihnen keine Rolle spielen. Bei den Lykosiden springt das Männchen auf den Rücken des Weibchens und läßt sich von ihm rittlings davon tragen (Abb. 405). Auch hier haben wir also wesentlich Gewaltanwendung. So ist es auch zum Teil bei den Attiden, wir werden aber gleich sehen, daß bei den letzteren an deren Stelle höchst seltsame Gewohnheiten treten können. Ehe wir diese aber erörtern, wollen wir in Kürze die absonderlichen Liebesspiele einer theraphosiden Spinne schildern, nämlich von Dugesiella hentzi (Girard) aus Texas, einer Verwandten der Vogelspinnen, welche neuerdings Petrunkewitsch beschrieben hat. Die Theraphosiden sind schlecht sehende, nächtliche Formen, bei denen der Tastsinn die Hauptrolle spielt. Männchen und Weibchen dieser großen Spinnen kommen nur zur Begattungszeit zusammen. Dann benehmen sie sich sehr eigenartig. Ein unreifes Weibchen oder ein solches, welches sich, obwohl reif — dem Männchen gegenüber abweisend verhält, ist für letzteres sehr gefährlich, da es sich sofort zur Wehr setzt und den Begegner eventuell tötet. Weibchen tun sich untereinander niemals etwas zuleide. Ist das Weibchen reif und „gewillt", das Männchen zuzulassen, so behandelt es jenes nicht als Feind. Es nimmt zwar im ersten Moment eine Abwehrstellung ein, gibt sie aber bald wieder auf. Das Männchen hat, ehe es auf die Suche nach dem Weibchen ging, eine eigenartige Prozedur durchgemacht. Eines Tages wurde es unruhig und baute im Freien, bei Tageslicht, allerdings nicht in der grellen Sonne, ein schief geneigtes festes Netz, das Spermanetz. Nachdem es unter dasselbe gekrochen war und sich von seiner Festigkeit

Digitized by Google

überzeugt hatte, ſtieg es auf die Oberſeite und deponierte dort einen $^1/_3$ ccm großen Spermatropfen. Dann ſtreckte es die Palpen unter das Netz gegen den Tropfen, der in die Palpen geſogen wurde, was 1—2 Stunden dauerte. Dann verließ das Männchen das Spermanetz, um es nie wieder aufzuſuchen; vor einer neuen Befruchtung baut es ſtets ein neues Spermanetz. Erſt 24 Stunden nach dem Verlaſſen des Spermanetzes ſcheint in ihm die Brunſt zu erwachen; erſt dann beginnt es unruhig umherzuwandern und ein Weibchen zu ſuchen. Stößt es zufällig mit ſeinen langen Vorderbeinen an ein ſolches, ſo beginnt es ſofort mit den „Werbungsbewegungen", d. h. es trommelt mit den vier vorderen Beinen eifrigſt auf das Weibchen los. Berührt es ein Weibchen zufällig zuerſt mit den Hinterbeinen, ſo verliert es häufig den Kontakt mit ihm. Sonſt rückt es dem retirierenden Weibchen nach, emſig mit den Vorderbeinen weiter trommelnd. Das Weibchen nimmt zuerſt Bereitſchaftsſtellung ein; dann hebt es ſich hoch auf die Hinterbeine, die vorderen in die Höhe reckend. Schließlich öffnet ſie ihre Chelizeren, die ſofort vom Männchen mit den Haken der Vorderbeine erfaßt werden. Dieſe Haken ſind alſo nur eine jener oben erwähnten Einrichtungen zum Erfaſſen der Weibchen, gleichzeitig hier aber als ein Schutz der Männchen gegen die gefährlichen Beißwerkzeuge der Weibchen zu betrachten. Danach zwingt das Männchen den Cephalothorax des Weibchens heftig zurück, indem es ihm eifrig mit den Patellen ſeiner Palpen auf die Bruſt trommelt. Dann führt es den einen Palpus in die Genitalöffnung des Weibchens ein, das ſofort mit jedem Widerſtand aufhört und deſſen ſämtliche Körpermuskeln plötzlich erſchlaffen, ſo daß die Beine einfach hinter dem Körper herſchleifen. Der Koitus dauert etwa $^1/_4$ Minute. Das Sperma füllt je ein Rezeptakulum, deſſen Wände von Sinnesorganen bedeckt ſind. Manchmal wird beim gleichen Weibchen nach vorhergehender erneuter Betrommelung des Sternums auch noch der zweite Palpus eingeführt.

Unmittelbar nach dem Koitus, nachdem die Erſchlaffung des Weibchens aufgehört hat, weichen beide Geſchlechter mit plötzlichem Sprung auseinander. Das Männchen zeigt nur ſo lange Brunſt, als ſeine Palpen ſpermaerfüllt ſind. Ehe es ein neues Spermanetz baut, vergehen immer einige Tage nach einer vollzogenen Begattung.

Auch hier lernen wir alſo eine Kombination von Werbungskünſten mit Gewaltanwendung kennen.

Ganz im Gegenſatz zu dem Benehmen dieſer ſchlecht ſehenden Spinnen ſteht dasjenige der Springſpinnen oder Attiden. Wir haben früher ſchon erwähnt, daß dieſe Tiere große Augen haben, und alle Beobachter ſtimmen darin überein, daß ihr Benehmen auf ſehr gutes Sehen hinweiſt. Ja, Verſuche der unten erwähnten Autoren haben gezeigt, daß bei Individuen, deren Augen mit einer Lackſchicht bedeckt wurden, die Liebesſpiele verſagen. Bei dieſen Spinnen ſind, wie ſchon im erſten Band, S. 488, erwähnt wurde, die Männchen vielfach von den Weibchen ſehr abweichend gebaut und von ihnen durch auffallende Farben und ſeltſame Formen ausgezeichnet. Das Auffallende ihrer Erſcheinung wird noch weiterhin dadurch geſteigert, daß nach den ausgezeichneten Beobachtungen von Herrn und Frau Peckham an nordamerikaniſchen Arten dieſe Männchen vor den Weibchen ganz ſeltſame Stellungen annehmen und Bewegungen ausführen. Es ſind regelrechte Liebestänze, die hier vorkommen und uns direkt an das erinnern, was wir früher bei den Vögeln kennen gelernt haben.

So konnten die Peckhams z. B. nachweiſen, daß bei Saitis pulex ein Männchen ein Weibchen ſchon auf 25 cm Entfernung erkannte, worauf es erregt nahe an dasſelbe heranlief, um dann in einem Halbkreis um es herumzutanzen; das Weibchen wandte ihm unterdeſſen immer die Augen zu. Alle Beine der linken Seite wurden ausgeſtreckt ſamt dem Palpus, während die beiden vorderen Beine und der Palpus der rechten Seite eingeſchlagen

Abb. 407. Balzstellungen männlicher Springspinnen (Attidae). *A* Marpissa familiaris ♂ (rechts) vor dem Weibchen; *B* Habrocestum splendens ♂. Etwas vergr. Nach Peckham.

wurden. Das Tier beugte sich so weit auf die Seite, als es nur konnte, ohne das Gleichgewicht zu verlieren, und tra versierte in dieser Stellung in einem Halbkreis in der Richtung der gebeugten Seite. Nachdem es einen Weg von 5 cm zurückgelegt hatte, kehrte es Haltung und Richtung der Bewegung um und wiederholte dieses Manöver dutzende Male. Ein Männchen führte es sogar 111 mal hintereinander aus. Zum Schluß kommt es dem Weibchen näher, und wenn es ganz nahe ist, beginnt es wie toll um es herumzuwirbeln, und sie tut mit. Erst danach wird das Männchen zugelassen.

Bei einer Icius-Art, die sonst sehr selten beobachtet wurde, sahen die Peckhams plötzlich zur Begattungszeit Männchen und Weibchen in großen Massen an den Zäunen der Farmen auftreten. Auch bei dieser Art tanzt das Männchen ganz ähnlich wie bei der vorher erwähnten, während das Weibchen mit erhobenen Vorderbeinen vor ihm flach auf dem Boden liegt. Das Männchen tanzt auf den sechs Hinterbeinen, die Vorderbeine werden hoch in die Höhe gehoben und berühren sich an den Spitzen. Bei dieser Art kommen auch Kämpfe zwischen den Männchen vor, die aber niemals mit Verletzung endigen und scheinbar nur eine Vorstellung vor dem Weibchen darstellen (Abb. 409). Bei den meisten tanzenden Springspinnen sind die Männchen durch weiße oder farbige Haarsäume am Kopf, den Palpen und Vorderbeinen ausgezeichnet (Abb. 407 A u. 408 C). Dieselben kehren sie bei ihren Tänzen immer den Weibchen zu. Bei Habrocestum splendens dagegen hat das Männchen ein sehr auffallend gefärbtes Abdomen. Man hat bei seinem Tanz direkt den Eindruck, als wolle es mit demselben dem Weibchen imponieren. Denn es bleibt oft mitten im Tanz stehen, hebt den Hinterleib hoch in die Höhe und bleibt eine halbe Minute regungslos so stehen (Abb. 407 B). Ja, oft kehrt es sogar bei diesen Tanzbewegungen dem Weibchen seine glänzende Rückenseite zu.

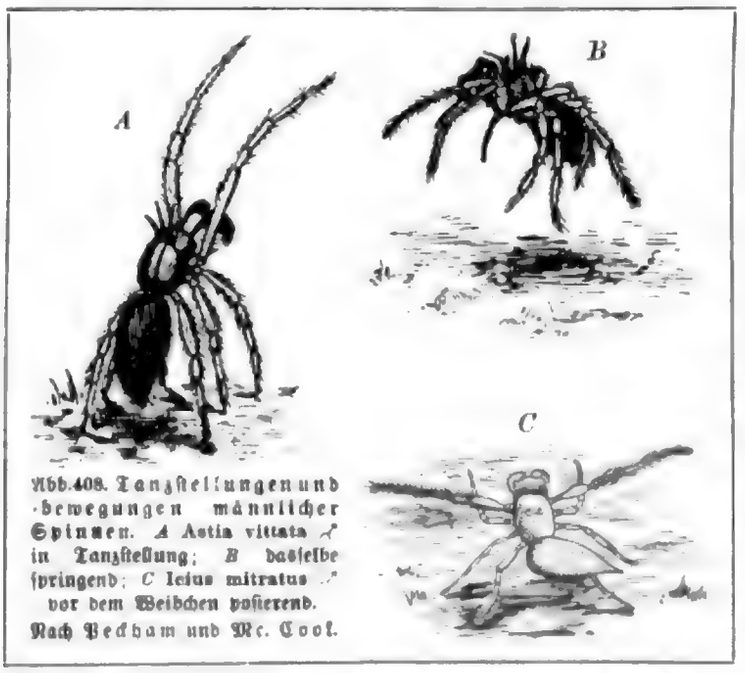


Abb. 408. Tanzstellungen und -bewegungen männlicher Spinnen. *A* Astia vittata ♂ in Tanzstellung; *B* dasselbe springend; *C* Icius mitratus ♂ vor dem Weibchen posierend. Nach Peckham und Mc. Cook.

Diese Beispiele zeigen uns deutlich, wie bei den Spinnen die gewöhnlichen Instinkte und die normalen Reflexe des Weibchens durch bestimmte Handlungen des Männchens entweder unterdrückt oder in andere Bahnen gelenkt werden. Entweder wird das Weibchen von dem Männchen durch Gewandtheit oder Zwang verhindert, seinem Instinkt zur Flucht, zum Verbergen

Digitized by Google

oder zum Nahrungserwerb nachzugeben. Oder ſtatt des Zwanges treten andere Mittel ein, durch welche das Weibchen in eine Art von Rauſch verſetzt wird, welche ebenfalls die Ausübung der üblichen Inſtinkttätigkeiten unterdrückt.

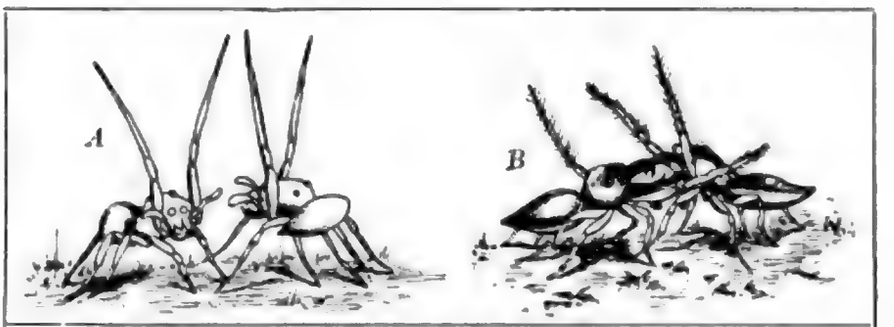


Abb. 409. Kampfſtellungen männlicher Springſpinnen (Attidae). *A* Zwei Männchen von Zygoballus bettini; *B* zwei Männchen von Philaeus militaris einander in Kampfſtellung gegenüberſtehend. Etwas vergr. Nach Peckham.

Eine ähnliche Stufenfolge, wie wir ſie hier bei den Spinnen kennen gelernt haben, können wir auch bei den Inſekten feſtſtellen. Auch hier ſind, wie wir früher kennen gelernt haben, Gewandtheit und Gewalt die am häufigſten von den Männchen angewandten Mittel. Aber gerade die Schmetterlinge liefern uns Beiſpiele für das allmähliche Emporſteigen der Werbungsgewohnheiten auf eine höhere Stufe. Da können wir ſpeziell beobachten, daß bei den niederen und kurzlebigen Formen, ſpeziell unter den Heteroceren, die Vorbereitungen zur Paarung ſehr kurze Zeit dauert, während die Papilioarten, die Eisvögel und anderen Tagſchmetterlinge ſich oft tagelang in Liebesſpielen umgaukeln, ehe die Höhe der Brunſt erreicht wird.

Bei all dieſen Tieren ſehen wir alſo Eigenſchaften, welche auch bei ihren in bezug auf die Liebesgewohnheiten niedriger ſtehenden Verwandten vorhanden waren, in eine beſondere Beziehung zu den Vorbereitungen zur Paarung treten. Alle möglichen ſekundären geſchlechtlichen Merkmale, welche urſprünglich nur in der Grundanlage der Geſchlechter enthalten waren, oder welche eventuell nur dazu dienten, die beiden Geſchlechter zuſammenzuführen, ſehen wir in den intimeren Dienſt der Paarung gezogen. Dasſelbe tritt uns auch bei den Wirbeltieren entgegen. Wir haben früher viele Beiſpiele von ſolchen Werbegewohnheiten bei Fiſchen, einige auch bei Amphibien und Reptilien kennen gelernt. Aber auch unter den Wirbeltieren ſind es die höchſtſtehenden Formen, bei denen die Werbegewohnheiten ihre höchſte Verfeinerung erlangt haben. Bei Vögeln und Säugetieren begegneten uns die ſeltſamſten Paarungsgewohnheiten. Und zwar müſſen wir hervorheben, daß die Vögel, die wir ſonſt unter die Säugetiere zu ſtellen pflegen, in dieſer Beziehung die letzteren weit übertreffen. Auch bei ihnen ſpielen immer noch Gewandtheit und Gewalt bei der Paarung eine Rolle. Aber bei den höheren Formen ſehen wir immer mehr die Künſte die rohe Kraft verdrängen. Es ſcheint bei genauer Beobachtung kein Zweifel darüber möglich, daß dieſe Künſte tatſächlich der Steigerung der Erregung in beiden Geſchlechtern dienen. Zunächſt beim Männchen, dann aber auch beim Weibchen. Dieſe Erregung führt dazu, daß das Weibchen ſeine Selbſterhaltungsinſtinkte im Intereſſe der Erhaltung der Art überwindet. Natürlich iſt dabei an einen vollkommen unbewußten Vorgang zu denken. Die Betäubung, die wir als Folge der Handlungen der Männchen bei den Weibchen vielfach beobachten konnten, unterdrückt jene für das Individuum wichtigeren Inſtinkte.

Dieſe meine Annahme wird, wie ich nachträglich ſehe, durch eine ſorgfältige Unterſuchung des vorzüglichen amerikaniſchen Forſchers Yerkes ſehr unterſtützt. Derſelbe hat den Einfluß des Quakens auf die Fröſche einer Analyſe unterworfen. Er ſtellte feſt, daß bei Rana clamitans, einem amerikaniſchen Froſch, Schall eine Modifikation der Reaktionen auf Reize bewirkt. Der Schallreiz bewirkt eine erhöhte Reizbarkeit für Berührungsreize; mit

dem Schallreiz zusammenwirkend führt ein Berührungsreiz eine viel stärkere Bewegung herbei als ohne diesen. Es ist also eine sog. „Bahnung" eingetreten. Das ist aber nur der Fall, wenn ein kurzes Intervall zwischen akustischem und Berührungsreiz liegt. Bei längerem Intervall erfolgt eine Hemmung. Dabei ergab sich das uns hier besonders interessierende, wichtige Resultat, daß die Bahnung für Männchen stärker, daß dagegen bei Weibchen die Hemmung stärker und dauernder ist. „Dieser Umstand deutet offenbar an, daß die Männchen durch gewisse Schallreize zur Aktivität angeregt werden, während diese bei den Weibchen durch ähnliche Schallreize herabgesetzt wird." Wenn auch der Autor keine Schlüsse aus diesen Ergebnissen für die Wirkung des Quakens im Geschlechtsleben der Tiere gezogen hat, so leuchten die Zusammenhänge doch ohne weiteres ein. Bahnung ist auch sonst auf chemische, optische und andere Reize hin nachgewiesen worden. Vielleicht gestattet uns eine weitere Verfolgung dieser nervenphysiologischen Tatsachen tiefer in das Wesen der Beziehungen der Geschlechter zueinander einzudringen.

Die Bedeutung, welche demnach die Werbehandlungen für die Gesamtart besitzen, gibt sich auch darin kund, daß bei vielen Formen die Werbungshandlungen der Männchen nicht auf einzelne Weibchen einwirken, sondern auf die Gesamtheit der in einem bestimmten Gebiete vorhandenen Weibchen. So sehen wir denn derartige Gewohnheiten und Künste ganz besonders bei geselligen Arten und solchen, welche zur Paarungszeit größere Versammlungen bilden, entwickelt. Schon aus dieser Auffassung, daß die Künste der Männchen in der Mehrzahl der Fälle nicht auf ein einzelnes Weibchen wirken sollen, folgt, daß ich nicht an eine sehr weitgehende Wirkung einer Wahl des Männchens durch das Weibchen glaube. Es gibt ja wohl Fälle, in denen man den Eindruck hat, als bevorzugten die Weibchen gewisse besonders ausgezeichnete Männchen. Es sind das aber meistens Männchen, welche durch Kraft und Gewandtheit ihren Nebenbuhlern überlegen sind. Man muß zugeben, daß oft nicht ein Kampf den Sieg der Konkurrenten entscheidet, sondern daß die Weibchen durch das imponierende Auftreten eines besonders ausgezeichneten Männchens mitgerissen werden. Da auch bei den Scheinkämpfen, Tänzen und anderen Liebesspielen ein Imponieren der Männchen untereinander und den Weibchen gegenüber eine gewisse Rolle spielt, so könnte man wohl an eine gewisse Auswahl bevorzugter Männchen durch die Weibchen denken. Wenn man Tiere aber viel in der Natur beobachtet hat, so gelangt man zu dem Resultat, daß dieses Wählen der Weibchen keine allzugroße Bedeutung besitzt.

So komme ich denn zu dem Schluß, daß die Künste, Kämpfe und sonstigen Prozeduren der Männchen nur einen Ersatz für die Gewaltanwendung bei der Werbung um die Weibchen darstellen. Sie sind andere Mittel, um die Selbsterhaltungsinstinkte des Weibchens zu überwinden. Somit kann es vollkommen unter dem Einfluß der natürlichen Zuchtwahl geschehen sein, daß diese Gewohnheiten sich ausgebildet haben. Infolge des Ersatzes der Gewaltanwendung und des Kampfes durch sie mußte eine Menge von Verletzungen und Todesfällen den betreffenden Tierarten erspart werden. Somit war die Basis gegeben, welche ihre Entwicklung wenigstens erlaubte. Es scheint mir aber nicht sehr wahrscheinlich, daß wir letztere allein durch natürliche Zuchtwahl erklären können. Ehe wir tiefer in das Verständnis dieser Vorgänge eindringen, müssen unsere Kenntnisse von den Temperamentäußerungen der Tiere und überhaupt über die verschiedenen Gebiete der Tierpsychologie bedeutend vertieft worden sein. Daß Gewaltanwendung und Künste bei den Paarungsgewohnheiten der Tiere nicht in einem ernsthaften Widerstreit gestanden haben können, beweist schon die Tatsache, daß auch bei den höchststehenden Tieren beide Gruppen von Paarungshandlungen in gleicher Verbreitung vorkommen.

Digitized by Google

Abb. 1
Tauchvorgang

Die Tauchente taucht nach Nahrung, indem sie sich mit dem Vorderkörper nach unten neigt und mit dem Schwanz nach oben ragt. Dabei stößt sie sich mit den Füßen vom Boden ab und schwimmt unter Wasser. Sie kann dabei bis zu 20 Sekunden unter Wasser bleiben und bis zu 5 Meter tief tauchen. Die Tauchente ernährt sich von Wasserpflanzen, Insekten, Schnecken und kleinen Fischen.

schen Inseln, isolierten Bergen, in Binnenseen usw. Die Gesamtheit der biologischen Faktoren, welche wir in den meisten Fällen gar nicht im einzelnen kennen, engen solche Tiere auf ihr beschränktes Verbreitungsgebiet ein; so findet man in Südamerika Kolibriarten von so umschriebener Verbreitung, daß sie etwa nur auf einem Vulkan, auf einer Gebirgskette oder in einem Hochtal vorkommen. Die wundervolle Loddigesia mirabilis (Bourcier) hat man bisher nur im Tale von Chachapoyas in Nordperu, Oreonympha nobilis Gould nur auf dem Hochplateau von Cuzco und zwar seit langer Zeit immer wieder getroffen. Ähnliches gilt für viele der zahlreichen seltenen Paradiesvogelarten Neu-Guineas. Astrapia Rothschildi Förster und Parotia Wahnesi Rothschild ist nur aus dem Rawlinsongebirge in Neu-Guinea bekannt, die schöne Macgregoria pulchra de Vis ist nur am Mount Scratchley, Paradigalla carunculata Less. nur im Arfakgebirge im östlichen Neu-Guinea zur Beobachtung gelangt.

Die folgenden Beispiele sind vielleicht besonders interessant, weil genaue historische Daten vorliegen. Pipra opalizans Pelz., ein schöner, auffallender und glänzender Vogel, war im Jahre 1835 von Natterer in Brasilien östlich von Para im Mündungsgebiet des Amazonas entdeckt worden; der Vogel blieb verschollen bis zum Jahre 1894, wo er genau in derselben Gegend von A. Schulz wieder entdeckt wurde. Seither haben ihn Robert Hoffmanns und Snethlage 1904 und 1905 sowie Lorenz Müller 1911 genau in derselben Region wiedergefunden. Ein ebenso schöner und auffallender Vogel, die Pipra nattereri, war von demselben Natterer im Jahre 1829 bei Borba am Rio Madeira entdeckt worden, und das nächste Exemplar, welches von dieser Art bekannt wurde, wurde 1906 genau am selben Platz erlegt.

Nicht weniger auffallende Konstanz des Fundorts wurde für zahlreiche Wirbellose des Landes und des Meeres festgestellt; für viele seltenere Schmetterlinge und Käfer gibt es eng umschriebene Fundplätze, welche nur in den Kreisen einzelner Entomologen und Konchyliologen durch mündliche Überlieferungen bekannt sind. Ich erinnere nur an die Monterosakäfer und an die Fundplätze seltener Schnecken am Monte Baldo und in anderen Gegenden der Alpen.

Diesen Tatsachen stehen andere gegenüber, welche zeigen, daß Tierarten an Stellen, an denen sie früher in großer Menge vorkamen, vollkommen verschwinden, obwohl sie in der Nachbarschaft noch geeignete Existenzbedingungen finden. In der Avatcha-Bucht in Kamtschatka war eine eigenartige Krabbe (Telmessus cheiragonus) zur Zeit Stellers so häufig, daß sie ein Hauptnahrungsmittel bildete, später wurde sie von der amerikanischen Expedition, deren Ausbeute Stimpson beschrieb, und von Beechey an der gleichen Stelle gar nicht gefunden. An der Küste von Nordamerika fand der Fischereidampfer Fish-Hawk im Jahre 1880 unter 40° Nord am Grunde die Galatheide Munida iris so massenhaft, daß dies Vorkommen vollkommen den Charakter der Bodenfauna bestimmte. Zwei Jahre später konnte der „Albatroß" auf demselben Grunde kein Exemplar mehr erbeuten, dagegen wurde die Art 3° weiter südlich (37° Nord) in großer Menge gefunden. Der Fisch Lopholatilus chamaeleonticeps wurde 1880 ebenfalls massenhaft an der gleichen Stelle (40° Nord) gefunden. Kurze Zeit darauf fand ein Schiff die Oberfläche meilenweit mit toten Exemplaren dieses Fisches bedeckt. Immer wieder suchte der „Albatroß" auf diesen Gründen in den folgenden Jahren nach Munida und Lopholatilus, sie wurden nicht mehr gefunden; der Fisch auch nicht südlich, wo Munida iris sich ja fand.

Hier wurden also offenbar Tiere aus ihren altangestammten Wohngründen durch irgendeine Katastrophe vertrieben. So können oftmals Naturereignisse lokale Wanderungen

Digitized by Google

einer Tierart bedingen. Am augenfälligsten werden solche Erscheinungen, wenn große Ereignisse: Überschwemmungen, Steppen-, Prärie- oder Waldbrände oder Vulkanausbrüche die Tiere in panischem Schrecken aus ihren Wohnorten vertreiben. In den meisten Fällen können wir aber bei Tierwanderungen den äußeren Anstoß nicht so ohne weiteres erkennen, und vor allem wird die Erklärung schwierig bei solchen Tierwanderungen, welche sich periodisch wiederholen.

Ganz unregelmäßig auftretende Wanderungen sind vor allen Dingen bei Insekten nachgewiesen worden: große Schwärme von Schmetterlingen treten in allen Gegenden der Erde gelegentlich auf und überraschen den Beobachter durch die Gleichmäßigkeit ihres Wanderzuges. Zu vielen Tausenden, ja Hunderttausenden oder Millionen sieht man die Tiere in so gleichmäßigem Zuge in einer bestimmten Richtung wandern, daß man unwillkürlich den Eindruck bekommt, als folgten sie einem übergeordneten Kommando. So waren im Jahre 1908 die inneren Straßen von München einmal von ungeheuren Schwärmen von Kohlweißlingen erfüllt; Bates berichtet, daß Schmetterlinge aus der Gattung Callidryas zuzeiten in großen Schwärmen über den Amazonas fliegen, riesige Scharen, die ausschließlich aus Männchen bestehen, bedecken dann wie Krokusblüten den Sandstrand. Ebenfalls aus dem Amazonastal berichtet Göldi über einen Fall gleichzeitiger Wanderung zweier Schmetterlingsarten Catopsilia statira Cr. und Eurema albula. Möglicherweise handelt es sich in diesem Falle um Ansammlungen, welche durch die Blüten des zur gleichen Zeit blühenden Araparybaumes angelockt werden. So könnte man sich wenigstens eine Vorstellung machen, welche Ursache für die Massenwanderung verantwortlich ist. Ganz rätselhaft ist aber der Kausalzusammenhang bei den Insektenwanderungen, welche Vosseler in Usambara in Deutsch-Ostafrika beobachtet hat. Er hat die Schmetterlinge Libythia laius Trimen, Pieris mesentina Cr., Asterope boisduvali Walcker sowie Andronymus neander Plötz, die sonst bei Amani gar nicht oder sehr selten vorkamen, in riesigen Scharen in einer Höhe von 900—1100 Metern über dem Meere gegen den Wind dahinwandern sehen.

Das steht in interessantem Gegensatz zu den Mitteilungen W. H. Hudsons über Wanderungen von Libellen in Argentinien. Auch in Europa sind ja wiederholt große Schwärme von Libellen beobachtet worden, doch existieren darüber keine sehr genauen Aufzeichnungen. Hudson hat dagegen in Argentinien zahlreiche solcher Wanderungen, welche dort in jedem Spätsommer sich wiederholen, beobachtet und gewisse Gesetzmäßigkeiten festgestellt. Er fand, daß die Züge aus vielen Tausenden von Libellen, welche zu verschiedenen Arten gehören, zusammengesetzt sind. Bei weitem die häufigste Form im mittleren Argentinien ist Aeschna bonariensis Raml; aus ihr besteht die Hauptmasse der Züge, mehrere andere Formen aber haben sich ihr angeschlossen, darunter auch einige sehr seltene in einzelnen Individuen. Und alle die Tiere fliegen in geschlossener Masse, als gehorchten sie einem geheimnisvollen Zwange, von Südwesten nach Nordosten. Wenn sie erscheinen, können die gröberen Sinneswerkzeuge des Menschen noch nichts von der sie treibenden Kraft wahrnehmen, aber ganz regelmäßig fliegen diese Libellenschwärme dem Südwestwind voran: eine Viertelstunde, nachdem der Schwarm aufgetreten ist, setzt ein heftiger Sturm ein, der gefürchtete Pampero. Vor ihm, den sie früher bemerkt haben als der Mensch, fliehen die Libellen; denn, wo sie einen Schlupfwinkel finden, ein Gehölz, ein Gebüsch, ein Röhricht, da klammern sie sich ängstlich an. Wie glitzernde Guirlanden zu Hunderttausenden die Pflanzen überziehend, verharren sie an solchen Orten, bis der Sturm vorüber ist. Es scheint mir nicht ausgeschlossen, daß manche Tiere mit besonders feinen Sinnesorganen ausgestattet sind, die es ihnen er-

Digitized by Google

lauben, Schwankungen des Luftdruckes, Veränderungen der Luftelektrizität und andere Ereignisse in ihrer Umgebung wahrzunehmen, welche dem Menschen verborgen bleiben, solange nicht sorgsam konstruierte Instrumente sie ihm verraten. Neuere Untersuchungen an Schmetterlingen z. B. haben an deren Flügeln eigentümliche Organe kennen gelehrt, von denen der Entdecker annimmt, daß sie geeignet sein müssen, Schwankungen des Luftdruckes wahrzunehmen. Es sind dies allseitig geschlossene Bläschen, deren Wand mit stiftchentragenden Sinneszellen in Verbindung gesetzt ist, so daß Ausdehnung und Zusammenziehung der Bläschen einen Nervenreiz verursachen müssen. Ausdehnung und Zusammenziehung der Bläschen muß aber durch Luftdruckschwankungen veranlaßt werden.

In all den oben angeführten Fällen sind es von außen einwirkende Mächte in der Umgebung der Tiere, die sie aus ihrem Wohngebiet vertreiben. Wir können aber auf Grund von solchen Erscheinungen nur eine Anzahl der beobachteten Tierwanderungen erklären. Für die meisten und speziell für die regelmäßigen Tierwanderungen müssen wir von anderen Erklärungsprinzipien Gebrauch machen. Alle beweglichen Tiere zeigen die Tendenz zu gewissen regulären Wanderungen. Selbst wenn sie noch so sehr an den Ort gebunden sind, sehen wir sie kleinere Exkursionen regelmäßig unternehmen, und selbst die sessilen Tiere führen vielfach regelmäßige tastende Bewegungen aus, welche es ihnen ermöglichen, einen gewissen Umkreis ihres Standortes zu beherrschen. Bei einer ganzen Reihe von Tieren sind diese sogenannten Suchbewegungen etwas genauer studiert worden. Es sind instinktive Bewegungen; die Fähigkeit und der Trieb, sie auszuführen, ist den Tieren angeboren und ist aufs engste mit ihrer Gesamtorganisation verknüpft. Sie sind schon bei den Protozoen in dem scheinbar planlosen Umherkriechen einer Amöbe, in dem rastlosen Hin- und Herschwimmen eines Infusors zu erkennen. Die Schnecken, selbst solche Formen, welche wie die Käfer- und Nacktschnecken der Brandungszone dauernd an bestimmten Stellen, oft sogar in Vertiefungen der Gesteine festhaften, führen in der Umgebung ihres normalen Standortes kleine Spaziergänge aus. Ganz besonders charakteristisch sind die Suchbewegungen vieler höherer Crustaceen, die oft ganz plötzlich beginnen und ebenso plötzlich wieder zur Ruhe kommen können. Bei den Insekten, besonders bei den höheren Formen, hat sie wohl jeder von uns schon beobachtet, und bei einer Biene, die vom Stock ausfliegt, oder bei einem Schmetterling, der am Morgen aufbricht, um von Blume zu Blume zu flattern, hat wohl jeder von selbst den Begriff des Suchens mit diesen Bewegungen in Verbindung gebracht. Ganz das gleiche gilt für die höheren Tiere: den Fisch, der den Schlamm durchstöbert, um Würmer zu fangen; die Schwalbe, welche in höhere Luftschichten oder an den Strand des Wassers fliegt, um nach den Sammelpunkten der Insekten zu suchen; den Maulwurf, der die Erde nach allen Richtungen durchwühlt; den Raubvogel oder das Raubtier, die ihr Jagdgebiet nach Beute abstreifen. Diese Suchbewegungen werden ausgelöst dadurch, daß in dem Tier selbst oder in dessen Umgebung eine Zustandsänderung erfolgte. Alle möglichen Veränderungen können sie veranlassen. Die gleichen Reize, welche sonst eine Fluchtbewegung auslösen, können, wenn sie ganz schwach sind, eine Suchbewegung zur Folge haben, die so lange andauert, bis das Tier wieder in solche Beziehungen zu seiner Umgebung gelangt ist, daß es durch dieselbe nicht mehr erregt wird. Der wichtigste Reiz zu den Suchbewegungen geht aber von inneren Zuständen des Tieres aus, von der relativen Leere des Magens und Darms. Wenn wir also von den Verhältnissen beim Menschen schließen, so müssen wir sagen, diese Suchbewegungen hängen meist mit dem Hunger zusammen. Sie erfolgen mit einer ganz regelmäßigen Aufeinanderfolge bestimmt geordneter Teilbewegungen und sind meistens geeignet, das Tier an einen Ort zu bringen, an dem es eine zweckmäßige Veränderung seiner bis-

Digitized by Google

herigen Umgebungsverhältniſſe ermöglicht findet. So können wir wohl annehmen, daß in manchen der vorher angeführten Beiſpiele das Tier zu einem Wandern den Anſtoß erhielt, dadurch, daß ſich z. B. die Gasmiſchung in der umgebenden Atmoſphäre, die chemiſche Zuſammenſetzung des Waſſers, die Temperatur, die Bewegung des umgebenden Mediums oder ſonſt etwas in einer für das Leben des Tieres ungeeigneten Weiſe verändert hatte. Soweit die Veränderung nicht ſo erheblich war, daß ſie zu einer plötzlichen Fluchtbewegung des Tieres führte, genügt die Suchbewegung, um zu erklären, daß das Tier ſich in Bewegung ſetzte, bis es die Verhältniſſe ſeiner Umgebung korrigiert fand, wenn es nicht vorher den ungünſtigen Bedingungen unterlag oder durch Erſchöpfung zugrunde ging.

Wo Tiere der gleichen Art in großer Zahl ein gewiſſes Areal bewohnen, können irgendwelche ungünſtige Veränderungen im Lebensraum die Individuen gleichzeitig zu Suchbewegungen veranlaſſen, und wir können dann eventuell in kleinem Maßſtab das Bild einer Tierwanderung vor uns haben. Das iſt z. B. der Fall bei Überſchwemmungen, bei Steppen- und Waldbränden, bei anhaltender Dürre in einem Gebiet oder auch bei einer erheblichen Störung der Biocönoſe.

Einige der oben angeführten Beiſpiele weiſen uns ſchon darauf hin, daß Nahrungsmangel ein ganz beſonders wichtiger Faktor ſein muß, der die Suchbewegungen bei vielen Individuen der gleichen Art gleichzeitig auslöſen muß. Hunger wird wohl die Haupturſache ſein, welche die gelegentlichen Wanderungen vieler Inſektenarten bewirkt. Speziell die aus Millionen von Individuen beſtehenden Züge von Schmetterlingsraupen, welche von Zeit zu Zeit beobachtet werden, mögen wohl in dieſe Kategorie einzureihen ſein. Es iſt ja bekannt, daß durch Wanderungen von Kohlweißling- oder Nonnenraupen ſchon wiederholt Eiſenbahnzüge aufgehalten worden ſind. Die in großen Scharen über die Schienen wandernden Raupen fetteten, wenn ſie durch Überfahren zerquetſcht wurden, Räder und Schienen ſo gut ein, daß die Räder ſich drehten, ohne daß der Zug von der Stelle kam. Bekannt ſind auch die Wanderungen des ſogenannten Heerwurmes. Es ſind das Züge von Maden der Trauermücke (Sciara militaris), welche in den modrigen Maſſen des Waldbodens leben und da ihre Ernährung finden. Wird dieſe aber knapp, ſo begeben ſich die Larven auf die Wanderung und ziehen in mächtigem Zuge zu einem neuen geeigneten Futterplatz. Es kommt vor, daß ſich Züge aus verſchiedenen Stellen des Waldes miteinander vereinigen, und es entſtehen dann „Heerwürmer", die mehrere Meter ($^1/_2$—4 m) lang und 10—15 cm breit ſind. Erſichtlich durch Ernährungsverhältniſſe veranlaßt ſind auch die Wanderungen der Wanderheuſchrecken, welche vor allem im Orient, in Afrika und in Mittelmeerländern berüchtigt ſind; welchen Eindruck ſie ſeit jeher auf die Phantaſie der Völker gemacht haben, das beweiſen die vielen Berichte in Sage und Geſchichte ſeit grauer Vorzeit. In den verſchiedenen Gegenden der Erde ſind es ganz verſchiedene Heuſchreckenarten, welche als Wanderheuſchrecken bezeichnet werden. Diejenige Art, welche im näheren Orient, in Ägypten, aber auch in Südrußland und Rumänien, der Balkanhalbinſel und Ungarn vorkommt, und in gewiſſen Zeiten auch bis nach Deutſchland vorgedrungen iſt, iſt Pachytilus migratorius. Überall, wo die Züge dieſer Heuſchrecke auftraten, wurden ſie der Schrecken der Bevölkerung; denn ſie freſſen alles weg, von den zarten Blättern bis zu den holzigen Stengeln von Büſchen und Sträuchern; indem ſie ſich ſelbſt, da, wo ſie eingefallen ſind, alle Nahrung wegfreſſen, zwingen ſie ſich zum Weiterwandern, und zwar wandern nicht nur die ausgewachſenen Individuen, die durch die Luft fliegen, ſondern auch die Larven, am Boden kriechend und hüpfend. Die fliegenden Schwärme verdunkeln wie Wolken den Himmel, und für die Maſſen, in denen ſie auftreten, iſt ein Bericht aus dem Jahre 1844 charakteriſtiſch, in welchem angegeben

Digitized by Google

wird, daß in der Mark Brandenburg auf 7702 preußischen Morgen 4425 Scheffel Eier der Wanderheuschrecke gesammelt worden sind. In Cypern wurden in einem Jahre um die Mitte des vorigen Jahrhunderts 1240 Zentner Eier von Wanderheuschrecken eingesammelt und vernichtet. Die großen Heuschreckenschwärme in Marokko und Algerien werden von Stauronotus maroccanus gebildet. Auch in unseren Kolonien, speziell Ostafrika, treten sie so verheerend auf, daß man sich genötigt gesehen hat, mit Gift gegen sie vorzugehen.

In Britisch-Ostindien ist es vorzüglich Acridium succinctum, in Deutsch-Ostafrika Schistocera peregrina Ol., die in großen Schwärmen beobachtet werden. Auch Amerika und Australien sind nicht frei von sehr schädlich wirkenden schwarmbildenden Wanderheuschrecken.

Bisher haben wir hauptsächlich von pflanzenfressenden Tieren gesprochen, welche in Massenansammlungen wandernd beobachtet wurden. Dies stimmt mit unseren früher gegebenen Darlegungen über das massenhafte Vorkommen speziell pflanzenfressender Tiere gut überein. Soweit wir bei diesen Wanderungen überhaupt von periodischer Wiederholung sprechen können, ist sie durch Periodizität in Futterreichtum und -mangel bedingt. So kann man bei den algerischen Heuschrecken feststellen, daß sie im Winter in die südliche Sahara ziehen, in den ersten Monaten des Jahres jedoch wieder nach Algerien zurückkehren. Ähnliche periodische Wanderungen sehen wir nun mit einer größeren oder geringeren Regelmäßigkeit auch bei pflanzenfressenden Säugetieren erfolgen. Es ist seit langem bekannt, daß Affen in relativ großen Scharen Wanderungen ausführen. So steigen gewisse Arten (Semnopithecus entellus und Inuus erythraeus) (Nomenklatur!) in Indien zur Sommerszeit an den Hängen des Himalaya in höhere Regionen (3000—3500 m hoch) empor, um mit dem Winter wieder in die Tiefebene zurückzukehren. Kleinere Wanderungen führen fast alle Affenarten entsprechend der Reifezeit der von ihnen bevorzugten Früchte aus. In Tenasserim in Indien wandern auch die Elefanten mit dem Monsun in die Ebene, bei der Hitze wieder in die Berge. Alle herdenbildenden Huftiere tun ähnliches je nach den klimatischen Verhältnissen ihrer Heimat. Das gilt ebenso für die Wildpferde und Rentiere, wie für Büffel, Moschusochsen und die vielen Antilopenarten. In den Steppengebieten Afrikas sieht man beständig Herden von Huftieren auf der Wanderung. Neuerdings haben die Ansiedler solche wandernden Herden ganz besonders fürchten gelernt, denn sie beherbergen in ihrem Blute Parasiten, welche durch blutsaugende Insekten auf Haustiere, und, wie die neuesten Erfahrungen an den Trypanosomen der Schlafkrankheit lehren, auch auf den Menschen übertragen werden können. Wenn wandernde Antilopenherden in eine etwas besiedeltere Gegend gelangen, so sind sie oft die Ursache einer ausbrechenden Seuche; sie machen sich dann ebenso unangenehm bemerkbar, wie das besonders in früherer Zeit die ungeheuren Scharen der Springböcke taten, die vor allen Dingen aus den Gebieten der Kalahari nach Südafrika wanderten. Sie konnte man wirklich mit den ungeheuren Heuschreckenschwärmen vergleichen, wenn sie vor Nahrungsmangel und Dürre aus dem Steppengebiet der Kalahari in bevorzugtere Gegenden einwanderten und dort alle Kräuter und Büsche und natürlich alle von dem Menschen angepflanzten Feldfrüchte vertilgten. Es stellte direkt eine schwere Gefahr dar, wenn ein Ansiedler in die aus vielen Tausenden von Individuen zusammengesetzten Wanderzüge hineingeriet. Wie jene Tiere der heißen Länder vor dem durch Dürre verursachten Nahrungsmangel oder oft wie die Springböcke der Kalahari direkt vor Wassermangel fliehen, so werden Tiere der arktischen Länder durch den Wechsel von Winter und Sommer zu regelmäßigen Wanderungen veranlaßt. Das gilt z. B. für die Rentiere des Nordens von Amerika, Europa und Asien, und gleiche Zusammenhänge be-

Digitized by Google

wirken die Berg- und Talwanderungen der Wildschafe, Steinböcke, Yaks usw. der Hochgebirge Zentralasiens.

Wenn äußere Ursachen und Nahrungsmangel die Hauptveranlassung zu den tierischen Wanderungen wären, so würden wir sie nicht in Zusammenhang mit dem in diesen Kapiteln behandelten Stoff gebracht haben. Es scheint mir aber doch unzweifelhaft, daß die Mehrzahl der Tierwanderungen, und zwar die wichtigsten unter ihnen, mit dem Geschlechtsleben und den Fortpflanzungserscheinungen in Beziehung stehen.

Schon bei den niederen Tieren sehen wir in den der Fortpflanzung vorausgehenden Perioden des Jahres der Tiere sich eine auffällige Unruhe bemächtigen, die sich vielfach in Zugbewegungen äußert. Bei vielen Tierformen sehen wir geregelte Wanderungen nach bestimmten Örtlichkeiten erfolgen, an denen die Männchen und Weibchen der gleichen Art sich in großen Massen versammeln, und wo die Befruchtung der Eier und die Reproduktion der Nachkommenschaft vor sich geht. Ich will nur einige Beispiele anführen:

Es ist beobachtet worden, daß in Helgoland z. B. der Seestern Asterias rubens von Mitte April ab in seichtere Zonen des Meeres wandert, um dort zu laichen. Semon hat im malayischen Archipel speziell bei der Insel Amboina festgestellt, daß der Seeigel Asthenosoma urens und der merkwürdige Kopffüßler Nautilus zur Südostpassatzeit, also von Mai bis September, aus größeren Tiefen zum Zwecke der Fortpflanzung an die Küste aufsteigen. Hier werden dann die Tiere in größeren Mengen angetroffen, und diese Zeit ist es, in der die Fischer sie finden. Bei Laysan trifft nach Schauinsland der Rochen Aëtobatis narinari Euph. im August ein, um da im seichten Wasser seine beiden Jungen abzusetzen. Entsprechendes berichtet Alcock von indischen Rochen, dagegen gehen manche Haie der Tropen im Winter in die Tiefe, um da ihre Eier zu legen.

Bei den Insekten kennen wir viele Beispiele von solchen Versammlungen vieler Individuen, welche aus der ganzen Umgebung zur Fortpflanzungszeit zusammenkommen. Ich erinnere nur an die Schwärme tanzender Mücken, Neuropteren, Eintagsfliegen, Perliden, welche an schattigen Stellen unter Bäumen, über Wasserflächen, an Waldrändern und an anderen für die Arten jeweils charakteristischen Örtlichkeiten sich zu versammeln pflegen. Die Tanzbewegungen sind eine Art von Suchbewegungen, bei denen die Tiere fliegend auf dem gleichen Areal gehalten werden und dabei die größten Chancen haben, mit dem anderen Geschlecht in Berührung zu kommen. Ferner sind diejenigen Arten hier anzuführen, bei denen ein Hochzeitsflug mit bestimmter Flugrichtung stattfindet. Die über ein weites Gebiet verstreuten Männchen und Weibchen vieler Insektenarten versammeln sich zur Paarungszeit an hochgelegenen, weithin sichtbaren Punkten. So findet man Massenversammlungen von Oestriden, z. B. Hirsch- und Rentierbremsen, die sonst als seltene Tiere betrachtet werden, auf hohen Berggipfeln, an Aussichts- und Kirchtürmen oder in weiter Ebene an einzelnen Bäumen. Ähnlich versammeln sich oft Hunderttausende von geflügelten Geschlechtstieren der Ameisen an Kreuzen auf Berggipfeln, und man kann leicht beobachten, daß sie tatsächlich zur Begattung da zusammenkamen. Ferner geben sich Männchen und Weibchen von Pyrameis- und Papilioarten auf Berggipfeln ein Rendezvous. Es ist klar, daß solche Massenversammlungen, die sich aus einem weiten Gebiet rekrutieren, sehr dazu beitragen, Inzucht zu verhüten, was vor allem für die staatenbildenden Formen, wie Ameisen, bedeutungsvoll sein muß.

Wanderungen zu Laichregionen und Laichplätzen führen Fische in allen Gegenden der Erde, vor allem aber in den gemäßigten und kalten Zonen aus. Über die Naturgeschichte solcher wandernden Fischformen sind eine Menge interessanter Tatsachen be-

Digitized by Google

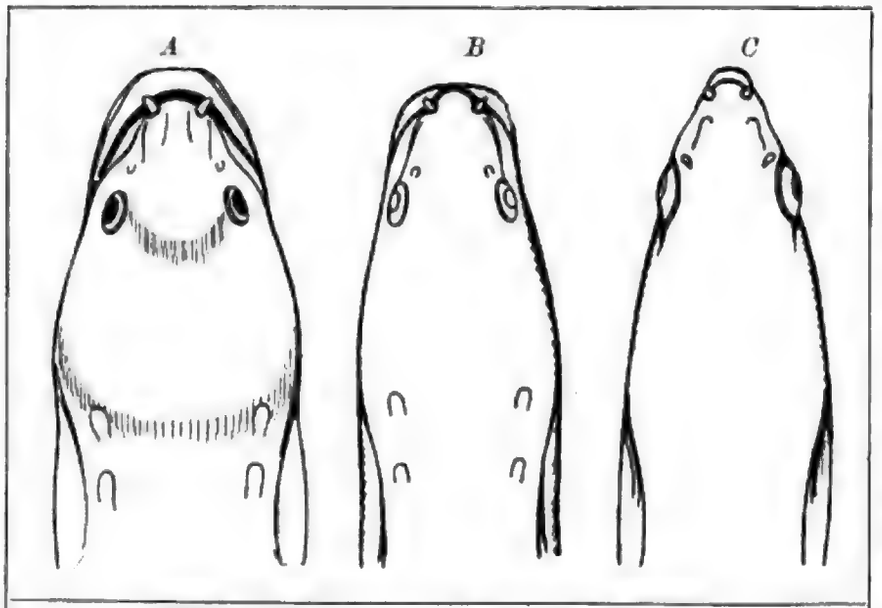


Abb. 411. Weibliche Aale, verschiedene Formen.
A Breitkopf i. Frühsommer (Gelbaal); *B* Breitkopf i. Spätjahr (Gelbaal); *C* Schmalkopf i. Spätjahr (Blankaal). Verkl. ½. Nach Petersen.

kannt geworden, von denen wir im nachfolgenden manches zu berichten haben werden. Wir wollen zuerst diejenigen Fische betrachten, welche im Meer selbst ihre Laichwanderungen ausführen.

Manche Fische, welche für sehr selten gelten und welche im Meer nur gelegentlich in einzelnen Exemplaren gefangen werden, hat man zuzeiten an einem Ort in größeren Scharen angetroffen. So hat z. B. der Fürst von Monako den seltenen Tiefseefisch Macropharynx, von dem früher nur 2—3 Stück auf Tiefseeexpeditionen erbeutet worden waren, im Jahre 1910 in größeren Mengen bei den Azoren gefangen. Sämtliche dort gefangene Individuen waren viel größer als die früher gekannten und zeigten strotzend gefüllte Geschlechtsdrüsen. Wir dürfen also annehmen, daß sie entweder an ihrem Laichplatz oder auf der Wanderung zu demselben überrascht wurden. Sie wurden allerdings im freien Wasser in größerer Tiefe gefangen, während wir sonst meistens die Laichplätze der Fische in geringeren Tiefen finden. Ähnliche Zusammenhänge ergeben sich aus den später erwähnten neuen Entdeckungen von Hjort über die Verbreitung gewisser pelagischer Fische und Crustaceen der Tiefsee. Allerdings müssen wir annehmen, daß die Meeraale und Muränen ebenfalls zum Laichen größere Tiefen aufsuchen. Ganz sicher nachgewiesen ist dies für den Flußaal (Anguilla anguilla L.). Es hat lang gedauert, bis man die Fortpflanzungsgewohnheiten dieses so häufigen Fisches kennen lernte. In früheren Zeiten war ein ganzes Gebäude von Sagen über seine Entwicklungsgeschichte entstanden, und auch die Untersuchungen, welche bis in das letzte Viertel des vorigen Jahrhunderts angestellt worden waren, brachten das Problem noch nicht auf seine richtige Basis. Alle die Aale, welche man in den Flüssen, Seen und

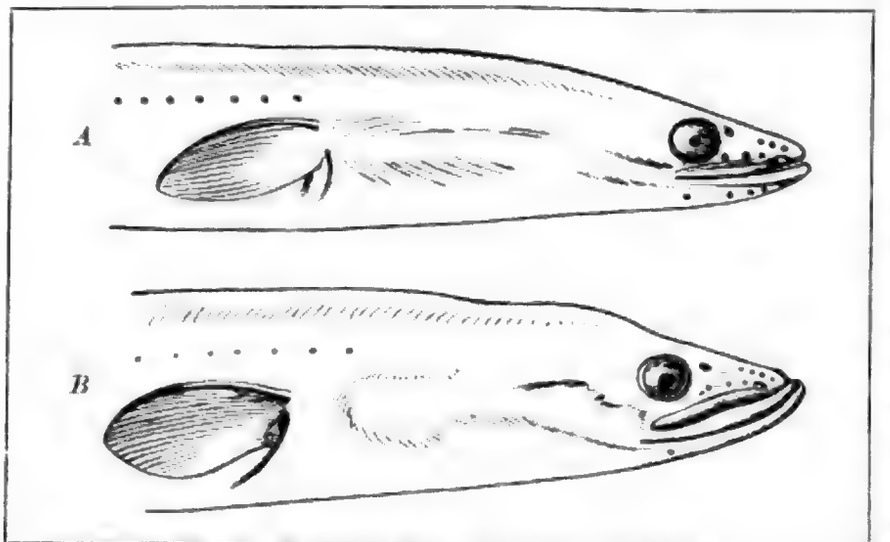


Abb. 412. Weibliche Aale aus der unteren Elbe.
A Schmalkopf; *B* Breitkopf. Verkl. ½. Nach Walter.

Digitized by Google

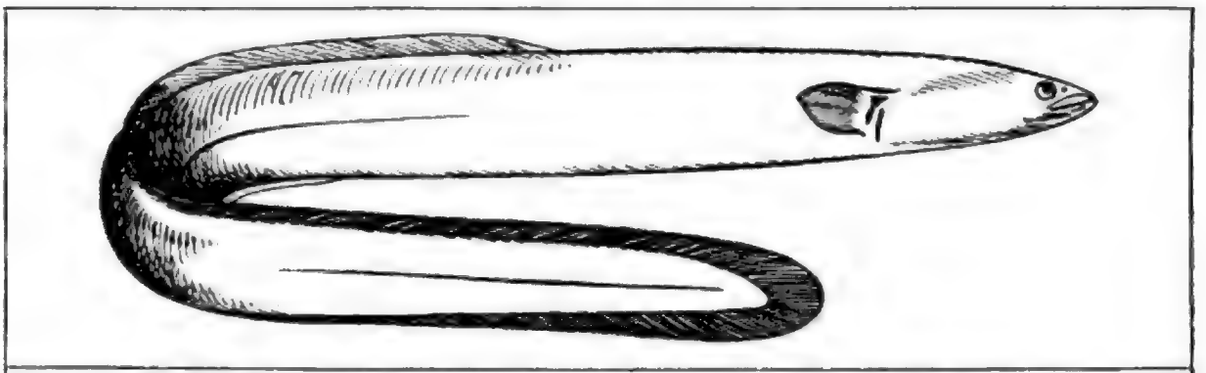


Abb. 413. Weiblicher Blankaal der breitköpfigen Form. Verkl. 1/6. Nach Petersen.

Teichen unseres Kontinentes findet, und welche da oft zu beträchtlicher Größe heranwachsen, sind unreife Tiere. Und zwar finden wir im Oberlauf der Flüsse meist Weibchen, während sich die Männchen dauernd mehr in der Nähe des Salzwassers, also im Mündungsgebiet der Flüsse, ja in Meeresteilen selbst aufhalten.

Sie machen ihre Wachstumszeit im Süßwasser durch, aus dem sie, wenn die Zeit der Geschlechtsreife herannaht, in das Meer hinabwandern. Vorher legen sie ihr Hochzeitskleid an, sie verwandeln sich aus den „Gelbaalen" in die silbern schimmernden „Blankaale." Auch im Körperbau erfahren sie Veränderungen, die z. B. die Form des Kopfes betreffen. Derselbe wird viel schlanker. In unsern Gewässern gibt es zwei Formen des Flußaals, den sog. Spitzkopf und den Breitkopf. Sie unterscheiden sich dadurch, daß der letztere größer und später geschlechtsreif wird, dazu einen erheblich breiteren Kopf besitzt. Auf der Talwanderung im Kleide des Blankaales sind sie aber kaum zu unterscheiden, so sehr hat sich die Kopfform auch des Breitkopfes verschmälert (Abb. 411, 412 u. 413).

Aber erst im Meer selbst entwickeln sich die Geschlechtsorgane zur vollen Reife, erst dort enthalten sie reife Eier und Spermatozoen. Es ist höchst merkwürdig, daß die Laichplätze der Aale sich in großen Meerestiefen befinden. Die geschlechtsreifen Aale werden zu Tiefseetieren; während sie durch lebhaftere Färbung, besonders der Männchen, die übliche Umwandlung der Fortpflanzungszeit erfahren, vergrößern sich bei ihnen auch die Augen, die schon im Süßwasser um 1 mm im Durchmesser gewachsen waren, sehr beträchtlich, wodurch sie sich offenbar der tiefen Dämmerung anpassen, welche auf ihren Laichgründen herrscht (Abb. 414 A). Eine ähnliche Umänderung erfahren Aale, wenn sie von Jugend auf in Dunkelheit leben müssen, wie z. B. die in den Kloaken unter Rom ihr Leben fristenden Chiavicarolen (Abb. 414 B).

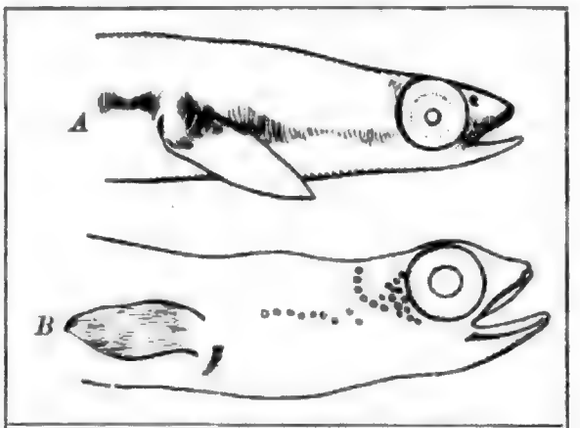


Abb. 414. *A* Kopf des in die Tiefsee gewanderten männlichen, geschlechtsreifen Aals. Nach J. Schmidt.
B Kopf eines in den römischen Kloaken herangewachsenen unreifen Aals (sog. Chiavicarola).
Nach Grassi und Calandruccio.

Nach den Untersuchungen, welche von dem berühmten italienischen Zoologen B. Grassi begonnen, dann von E. W. L. Holt und vor allem von den dänischen Biologen Petersen und Johannes Schmidt fortgesetzt worden sind, haben wir ein ziemlich übersichtliches Bild von den Laichwanderungen unserer europäischen Aale erhalten.

Im Mittelmeer wandern sie in dessen größere Tiefen, wo sie z. B. in der Straße von

Digitized by Google

Meſſina und deren Umgebung, beſonders da, wo Strömungen das Tiefenwaſſer an die Oberfläche bringen, oft in Menge gefunden worden ſind (vielleicht aber auch von dort weiter zum Ozean?). Die nordeuropäiſchen Aale bleiben nicht in der Nord- und Oſtſee, ſondern wandern ſo weit nach Weſten, bis ſie Meerestiefen über 1000 m erreichen und eine Temperatur von etwa 7° Celſius antreffen. Es iſt das am Abhang des großen atlantiſchen Beckens, weſtlich von Irland, und nach neueren Unterſuchungen ſcheinen die eigentlichen Laichgründe ſogar noch weiter ſüdweſtlich in der Gegend der Azoren zu liegen. Dort werden die Eier wohl am ſchlammigen Meeresboden abgelegt, und dort gehen aus ihnen jene eigentümlichen pelagiſchen Larven hervor, welche man ſchon lange kennt, und die man unter dem Namen Leptocephalus als eine beſondere Tierart beſchrieben hatte, da ſie ſo ganz anders ausſehen als die erwachſenen Aale.

Im erſten Band, Seite 586, wurden dieſe merkwürdigen Geſchöpfe bereits abgebildet und einiges über ihre Entwicklung mitgeteilt (vgl. Abb. 415) Sie ſind blattförmig geſtaltet, vollkommen durchſichtig, ſelbſt ihr Blut, ihre Galle, ihre inneren Organe ſind farblos, ſo daß ſie wunderbare Repräſentanten der durchſichtigen Kriſtalltiere des Planktons darſtellen. Dieſe zarten Tierchen führen nun Wanderungen aus, welche ſie ganz allmählich dem Feſtlande näher führen, und während deren ſie Umwandlungen erfahren, die ſie unter Durchmachung von ſechs verſchiedenen Stadien dem erwachſenen Aal immer ähnlicher machen. Während der Umwandlung wird allmählich die Höhe des Körpers geringer. Dafür vergrößert ſich ſein Querdurchmeſſer; die zarten Larvenzähne verſchwinden; die Augen werden kleiner, der Darm wird kürzer, der After rückt weiter nach vorn; die After- und Rückenfloſſen werden kürzer und ſchmäler, und ſo wird ſchließlich das fünfte Stadium erreicht, welches bis auf die Pigmentierung ſchon ganz an die jungen Aale erinnert. Man bezeichnet ſie als Glasaale; dieſe werden an den Küſten Frankreichs, Englands und Spaniens oft in großen Mengen an den Flußmündungen angetroffen. Dort fängt man ſie z. B. an der nordſpaniſchen Küſte im Oktober bis Dezember, im Golf von Biscaya und an der Weſtküſte Irlands im Januar, in der Bretagne, Normandie und im Briſtolkanal erſt im Februar und März. In der Oſtſee kommen ſie erſt im Sommer an und ſind dann nicht mehr Glasaale, ſondern in fortgeſchritteneren Entwicklungsſtadien. Auch für die übrigen Stadien haben ſpeziell die genannten däniſchen Forſcher nachweiſen können, daß man ſie zu beſtimmten Zeiten des Jahres in ganz beſtimmten Regionen und in ganz beſtimmten Horizonten des Meeres mit Sicherheit antrifft. Je früher in der Entwicklungsperiode man nach ihnen ſucht, um ſo weiter weſtlich und in um ſo größere Tiefen muß man gehen, um ſie zu finden. Als Glasaale wandern ſie auch noch in die Nordſee ein, um dann, nachdem ſie durch dunkle Pigmentierung, rotes Blut, gelbe Galle, dunkle Färbung der inneren Organe, Verknöcherung des Skelettes dem erwachſenen Tier immer ähnlicher geworden ſind, als ſogenannte Montée in unſere Flüſſe einzutreten. In denſelben werden ſie in Wanderzügen beobachtet, welche oft aus vielen Millionen von Exemplaren beſtehen. Von den großen Flüſſen dringen ſie in deren Nebenflüſſe bis in die kleinſten Bäche, von da in die Seen, Teiche und Weiher. Sie vermögen dabei nicht nur die ſtärkſte Strömung zu überwinden, ſondern auch an den Wänden von Schleuſen und Wehren emporzuklettern, durch Waſſerleitungs- und Drainageröhren ſich hindurchzuzwängen, ja auf ſumpfigem Boden hat man ſie ſogar kürzere Strecken über Land wandern ſehen. Im Verlauf der weiteren Entwicklung verlieren ſie die Tendenz in großen Scharen zu ziehen, ſie vereinzeln ſich und leben mehr und mehr verborgen. In ungeheuren Maſſen werden ſie z. B. bei dieſer Wanderung noch im Deltagebiet des Po, in den Lagunen von Comacchio gefangen. An unſern regulierten, vielfach geſperrten Flüſſen

Digitized by Google

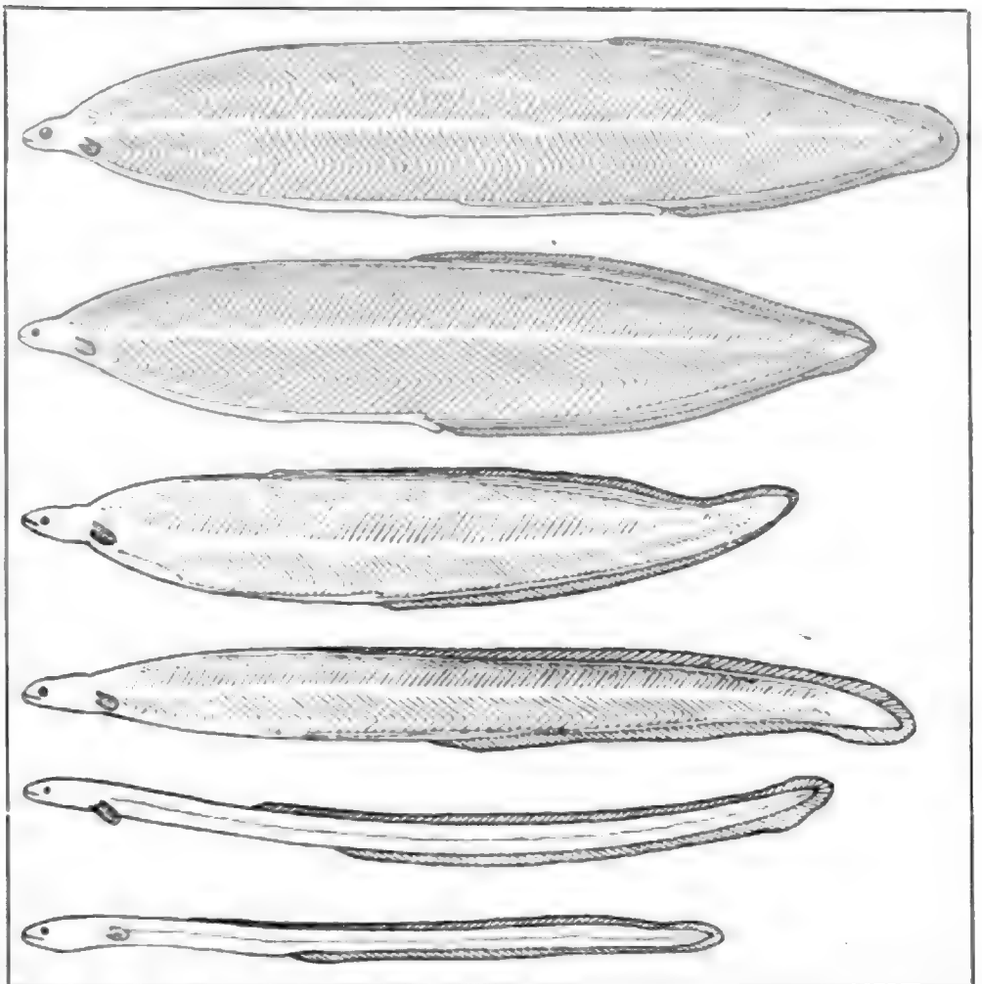


Abb. 415. Die sechs Stadien der Verwandlung der Aallarve zum jungen Aal. Nat. Größe. Nach Schmid.

sieht man sie oft das Wasser auf Hunderte von Metern hin wie ein dicker Brei erfüllen, besonders, wenn sie die sogenannten Fischpässe der Flußsperren durchwandern. Alle diese kleinen Tiere müssen nun ihre Wachstumszeit in den Gewässern des Binnenlandes durchmachen, was bei den Männchen $4\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$, bei den Weibchen $6\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$ Jahre erfordert. Wenn sie dann in dikkem, wohlgenährtem Zustand dem Meere zuschwimmen, bilden sie wiederum oft große Wanderzüge. Die beginnende Hochzeitsfärbung hat ihnen bei den Fischern die Bezeichnung als „Silberaale" eingetragen. Sie sind dann auf dem Wege zu den Laichplätzen in der Tiefe des Meeres. Je weiter sie im Binnenland, also in Europa je weiter sie im Osten wohnen, um so früher beginnt ihre Talwanderung. Ganz im Osten beginnt sie schon im April und geht in Europa während des ganzen Sommers vor sich, um im November zu enden. Am Laichplatz angelangt, braucht der Aal wohl noch ein ganzes Jahr bis zur Eiablage. Die Entwicklung der Larve dauert etwa $1\frac{1}{2}$ Jahr. Sie hält sich im fertigen Larvenzustand etwa $\frac{1}{2}$ Jahr über den Laichplätzen auf und braucht zu ihrer Wanderung bis an die Küsten von Deutschland ein weiteres halbes Jahr. Mindestens $2\frac{1}{2}$ Jahre nach der Talwanderung der Eltern sind vergangen, ehe ihre Nachkommen wieder flußaufwärts wandern. Die Eltern aber kehren niemals wieder, sie sind alle nach dem Laichgeschäft in den Tiefen des Meeres gestorben.

Die meisten genauer in ihren Laichgewohnheiten studierten Fischformen wandern aber nicht in die Tiefe des Meeres, sondern in dessen seichtere Regionen; also entweder an die Küsten oder zu den Bänken, welche sich als unterseeische Erhebungen in der Mitte des Meeres erheben. So sind die Doggerbank in der Nordsee, die isländischen Bänke, die Neufundlandbank, die Bänke zwischen den Azoren und Marokko berühmte Laichplätze der Meeresfische. Ähnliches gilt nach neueren Erfahrungen offenbar für gewisse Bänke an der Küste von

Digitized by Google

Salmon are found in the Atlantic, in the Arctic Ocean, and in the Pacific, but not in the Mediterranean, Black Sea, or Caspian. They are also found in the Great Lakes of North America, and in Lake Ladoga, in Russia. They are not found in the Baltic, except in the Gulf of Bothnia, where the water is fresh.

Fig. 87.—Salmon (*Salmo salar*).

Salmon are migratory fishes, and ascend rivers to spawn. They are found in the sea, and in rivers, at all seasons of the year, but the time of their ascent varies in different rivers. In the Tweed, for example, they begin to ascend in January, and continue to do so till August; in the Thames they ascend in May and June; in the Severn in June and July; in the Rhine in October and November; in the Elbe in November and December; in the Vistula in December and January; in the Dwina in January and February; in the Mackenzie in March and April; in the Columbia in April and May; in the Sacramento in May and June; in the Kennebec in June and July; in the Penobscot in July and August; in the Connecticut in August and September; in the Hudson in September and October; in the Delaware in October and November; in the Susquehanna in November and December; in the Potomac in December and January; in the Rappahannock in January and February; in the James River in February and March; in the Roanoke in March and April; in the Savannah in April and May; in the Altamaha in May and June; in the Santee in June and July; in the Cape Fear in July and August; in the Neuse in August and September; in the Pedee in September and October; in the Ashley in October and November; in the Edisto in November and December; in the Ogeechee in December and January; in the St. Mary's in January and February; in the Suwanee in February and March; in the Apalachicola in March and April; in the Mobile in April and May; in the Pearl in May and June; in the Sabine in June and July; in the Brazos in July and August; in the Colorado in August and September; in the Rio Grande in September and October; in the Pecos in October and November; in the Gila in November and December; in the Colorado of the West in December and January; in the Columbia in January and February; in the Fraser in February and March; in the Stikine in March and April; in the Mackenzie in April and May; in the Yukon in May and June; in the Kuskokwim in June and July; in the Nushagak in July and August; in the Kowak in August and September; in the Anadyr in September and October; in the Kamchatka in October and November; in the Amur in November and December; in the Yalu in December and January; in the Yang-tse-kiang in January and February; in the Hoang-ho in February and March; in the Pei-ho in March and April; in the Yellow River in April and May; in the Han in May and June; in the Kiang in June and July; in the Min in July and August; in the Si-kiang in August and September; in the Mekong in September and October; in the Menam in October and November; in the Irrawaddy in November and December; in the Ganges in December and January; in the Indus in January and February; in the Euphrates in February and March; in the Tigris in March and April; in the Nile in April and May; in the Niger in May and June; in the Gambia in June and July; in the Senegal in July and August; in the Volta in August and September; in the Congo in September and October; in the Zambesi in October and November; in the Orange River in November and December; in the Limpopo in December and January; in the Umgeni in January and February; in the Umzimvubu in February and March; in the Umzimkulu in March and April; in the Umtamvuna in April and May; in the Umkomanzi in May and June; in the Umtata in June and July; in the Kei in July and August; in the Great Fish River in August and September; in the Sunday River in September and October; in the Gamtoos in October and November; in the Breede in November and December; in the Olifants in December and January; in the Berg in January and February; in the Orange River in February and March; in the Vaal in March and April; in the Limpopo in April and May; in the Zambesi in May and June; in the Congo in June and July; in the Niger in July and August; in the Nile in August and September; in the Euphrates in September and October; in the Tigris in October and November; in the Indus in November and December; in the Ganges in December and January; in the Irrawaddy in January and February; in the Menam in February and March; in the Mekong in March and April; in the Si-kiang in April and May; in the Min in May and June; in the Kiang in June and July; in the Han in July and August; in the Yellow River in August and September; in the Pei-ho in September and October; in the Hoang-ho in October and November; in the Yang-tse-kiang in November and December; in the Yalu in December and January; in the Amur in January and February; in the Kamchatka in February and March; in the Anadyr in March and April; in the Kowak in April and May; in the Nushagak in May and June; in the Kuskokwim in June and July; in the Yukon in July and August; in the Mackenzie in August and September; in the Stikine in September and October; in the Fraser in October and November; in the Columbia in November and December; in the Colorado of the West in December and January; in the Gila in January and February; in the Pecos in February and March; in the Rio Grande in March and April; in the Colorado in April and May; in the Brazos in May and June; in the Sabine in June and July; in the Pearl in July and August; in the Mobile in August and September; in the Apalachicola in September and October; in the Suwanee in October and November; in the St. Mary's in November and December; in the Ogeechee in December and January; in the Edisto in January and February; in the Ashley in February and March; in the Pedee in March and April; in the Neuse in April and May; in the Cape Fear in May and June; in the Santee in June and July; in the Altamaha in July and August; in the Savannah in August and September; in the Roanoke in September and October; in the James River in October and November; in the Rappahannock in November and December; in the Potomac in December and January; in the Susquehanna in January and February; in the Delaware in February and March; in the Hudson in March and April; in the Connecticut in April and May; in the Penobscot in May and June; in the Kennebec in June and July; in the Sacramento in July and August; in the Columbia in August and September; in the Mackenzie in September and October; in the Dwina in October and November; in the Vistula in November and December; in the Elbe in December and January; in the Rhine in January and February; in the Severn in February and March; in the Thames in March and April; in the Tweed in April and May.

tieferes Wasser aufsuchen. Diejenigen Rassen, deren Laichgründe in wärmerem Wasser liegen, haben eine kürzere Entwicklungszeit. Der sogenannte Frühjahrshering, der im Gebiet der Schley seine Eier ablegt, erreicht im Juli, das ist nach 3 bis 4 Monaten, dieselbe Größe wie der Herbsthering der westlichen Ostsee erst im Juni des nächsten Jahres, also nach 7 bis 8 Monaten. Heincke, dem wir außerordentlich gründliche und wichtige Studien über die Naturgeschichte und die Rassen des Herings verdanken, hat festgestellt, daß es eine große Anzahl von solchen Rassen gibt. Der Hering ist ein geselliges Herdentier, der von Jugend auf in Schwärmen lebt, welche umherwandern, um die Planktontiere aufzusuchen, von denen sie leben. Zur Laichzeit bilden sie größere und dichtere Schwärme, und alle Schwärme, welche in einem bestimmten Gebiet in den gleichen Monaten auftauchen, suchen dann ihre Laichplätze in der gleichen Lage, unter den gleichen Verhältnissen alljährlich auf. Jede Rasse erweist sich als von besonderen Lokalverhältnissen abhängig, also von Temperatur, Salzgehalt des Wassers und von bestimmten Nährtieren. Alle Mitglieder eines Schwarmes gehören zu einer Rasse, was nach den Untersuchungen von Heincke sich durch variationsstatistische Untersuchung der Einzelmerkmale auf das exakteste ergeben hat. Auch konnte Heincke feststellen, daß der in einem bestimmten Laichrevier zu bestimmter Zeit laichende Schwarm Jahr für Jahr aus Individuen von derselben Beschaffenheit, also derselben Rasse zusammengesetzt ist. Um einen Begriff von den Verschiedenheiten der einzelnen Rassen, ihrer großen Zahl und der Bedeutung der Heinckeschen Untersuchungen zu geben, drucken wir eine der Tabellen hier ab, durch welche die Eigenschaften einiger Rassen festgelegt werden (S. 526).

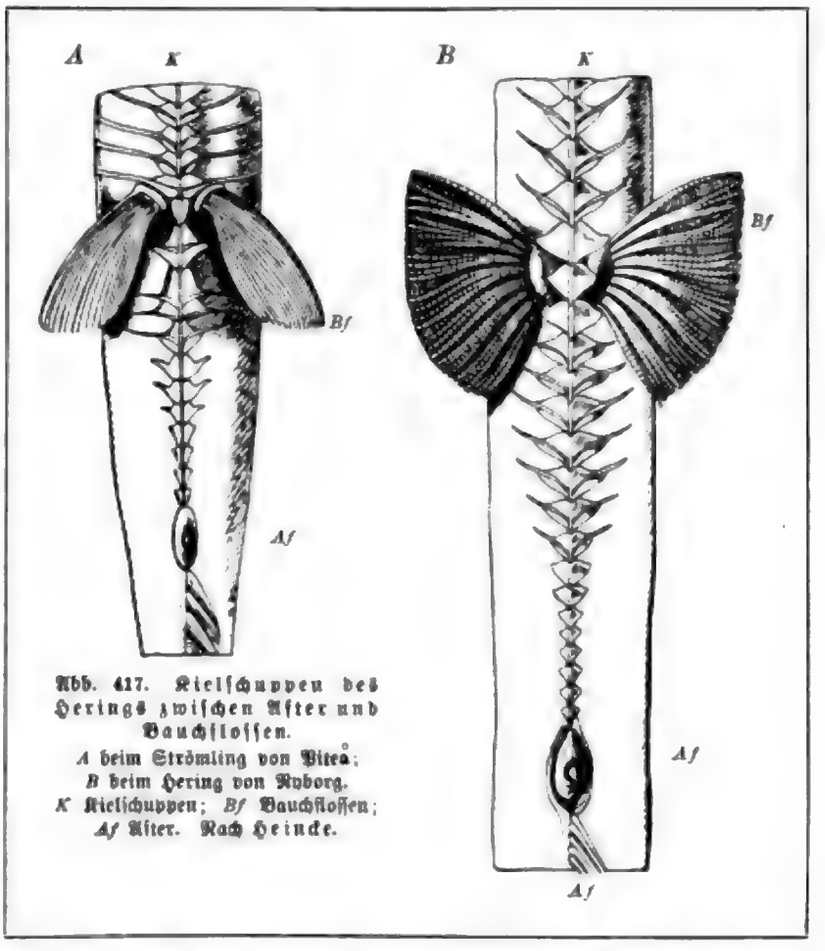


Abb. 417. Kielschuppen des Herings zwischen After und Bauchflossen.
A beim Strömling von Vitea; *B* beim Hering von Ryborg.
K Kielschuppen; *Bf* Bauchflossen; *Af* After. Nach Heincke.

Die Zahlen der Tabelle sind Mittelwerte, gewonnen durch Zählung bestimmter Organe oder durch Messung bestimmter Dimensionen an zahlreichen Individuen des gleichen Schwarms. Die erste Rubrik enthält die Gesamtzahl der Wirbel, die zweite bezeichnet die Nummer desjenigen Wirbels (von vorn gezählt), bei welchem zuerst sich die unteren Bögen (Hämalbögen) schließen, die dritte Spalte gibt die Zahl der Kielschuppen zwischen dem After und den Bauchflossen an (vgl. Abb. 417). Schließlich die vierte Spalte gibt die Breite des Schädels in Prozenten der Schädellänge an. Es sind das alles Merkmale, die bei geschlechtsreifen Heringen keine Änderung mehr erfahren. Sie sind bei den einzelnen Individuen

Digitized by Google

etwas abweichend, nimmt man aber zur Zählung und Messung zahlreiche Individuen des gleichen Schwarms, so erhält man einen Mittelwert, der für jede Rasse sich als konstant erweist, von dem anderer Rassen aber bald mehr, bald weniger abweicht.

Rasse	Mittelwerte der Eigenschaften			
	Gesamt-Wirbelzahl	Nr. des ersten Wirbels mit Hämalbogen	Zahl der Kielschuppen zwischen After- u. Bauchflossen	Kopfbreite in Prozenten der Schädellänge
Norwegischer Frühjahrshering	57,6	27,0	14,0	30,1
Frühjahrshering des Großen Belt . . .	55,8	24,0	14,4	30,8
Frühjahrshering der Schley	55,5	24,3	13,7	30,8
Frühjahrshering von Rügen	56,0	25	13,9	30,4
Frühjahrsströmling von Stockholm . . .	55,2	24,8	13,4	29,2
Hering des Weißen Meers	53,6	25,3	12,4	30,6
Frühjahrshering der Zuidersee	55,3	24,1	14,3	31,1
Herbsthering der Ostküste von Schottland .	56,5	24,6	14,8	
Herbsthering der südöstlichen Nordsee . .	56,4	24,9	15,0	
Herbsthering der Jütlandbank	56,6		14,5	31,0
Herbsthering der westlichen Ostsee (Fehmarn)	55,7	25,5	14,5	31,0

In dem großen Verbreitungsgebiet des Herings kann man die verschiedensten Rassen während des Jahres oft gleichzeitig fangen. Zur Laichzeit und im Laichgebiet findet man aber stets nur ein und dieselbe Rasse versammelt. Stichproben, welche zu den verschiedensten Zeiten im Jahr und in den verschiedensten Gegenden gefangen wurden, dienten dazu, den Wanderweg der einzelnen Rassen zu bestimmen. Auf welche Ursachen die Verschiedenheiten der einzelnen Rassen zurückzuführen sind, ist schwer zu entscheiden. Wir können aber wohl annehmen, daß die verschiedenen Bedingungen, welche sie in ihrem typischen Aufenthaltsgebiet während des Jahres antreffen, einen gewissen Einfluß auf manche Merkmale haben. Die verschiedene Nahrung, Temperatur, Salzgehalt des Wassers, mögen dabei eine Wirkung ausüben. In der Hauptsache sind aber die Charaktere der Rassen als durchaus erblich zu betrachten. Es hat sich nun herausgestellt, daß der Hering bei weitem nicht jene weiten Wanderungen ausführt, sondern meist nur in die Gewässer zieht, welche seinem Laichplatz benachbart sind. Immerhin handelt es sich um einigermaßen beträchtliche Wohngebiete, so daß Heincke z. B. von den Heringen von Jütland, von den Heringen des Weißen Meeres, denjenigen des Skagerraks, den Frühjahrsheringen des Zuidersees, dem Herbsthering der Jütlandbank sprechen kann. Die Küstenheringe wandern nie sehr weit ins Meer hinaus und laichen stets in der Nähe der Küste, oft in Brackwasser, und zwar im Frühjahr. Hierher gehören die Frühjahrsheringe der Schley, des Limfjords, des Dollarts, der Zuidersee. Die Hochseeheringe, welche auch viel größere Schwärme bilden, wandern nie in die Nähe der Küste, nie ins Brackwasser; sie verbreiten sich über ein relativ großes Gebiet des freien Meeres und laichen auf Bänken, d. h. Untiefen der Hochsee, und zwar im Herbst. Die charakteristischste derartige Rasse ist der in gewaltigen Zügen auftretende schottische Sommer- und Herbsthering. Eine Ausnahme machen von dieser Regel nur die hochnordischen Heringe, der norwegische „Vaarsild“ und der isländische Hering, die weit auf die See hinauswandern und doch an der Küste im Frühjahr laichen.

Ganz ähnliche Wanderungen wie die Heringe unserer nordeuropäischen Meere führen diejenigen der Gebiete des Behringsmeers aus, und ganz analoge Phänomene bieten uns

Digitized by Google

die Sprotten (Clupea sprattus) und die Sardinen (Clupea alosa pilchardus), welche letztere im Mittelmeer und an den Küsten von Südwesteuropa in großen Massen wandern und gefangen werden. An der Küste von Portugal, Spanien und Westfrankreich werden sie bekanntlich in Mengen konserviert. Es sind hauptsächlich die jungen Tiere, welche also noch keine stark entwickelten Geschlechtsorgane haben, die für den Handel gefangen werden. Diejenigen Exemplare, welche die nördlichste Grenze des Verbreitungsgebietes der Sardinen, die Küste von Cornwall, im Juli—Dezember aufsuchen, gehen dort nur wegen der Nahrung hin. In den späteren Wintermonaten wandern sie wieder nach dem Süden. Die Sardinen laichen 30—80 km von der Küste entfernt, und die in Küstennähe gefangenen Stücke haben unentwickelte Geschlechtsorgane.

In den letzten Jahren hat man viel davon gehört, daß die Sardinen an der französischen Küste ausgeblieben sind, wodurch eine große Kalamität unter den Sardinenfischern hervorgerufen wurde. Es sind offenbar bestimmte Laichschwärme, wohl auch Rassen der Sardinen, welche entweder so sehr dezimiert sind oder durch Störungen in ihrem Laichgebiet vertrieben wurden und infolgedessen oft jahrelang ausbleiben. Schon einmal, vor nicht allzu langer Zeit, vom Jahre 1880—1895, blieben die Sardinen auf den Fanggründen der Bretagnefischer aus. Berühmt ist die Tatsache, daß der Seehering an der Westküste von Schweden in Bohuslän, der in früherer Zeit direkt eine Quelle des Reichtums für diese Provinz war, im Jahre 1808 vollkommen ausblieb, bis er im Spätherbst des Jahres 1877 wieder auftauchte und seitdem regelmäßig alljährlich wieder erscheint. Nordische Forscher nehmen an, daß Veränderungen in der Beschaffenheit des Küstenwassers ihn vertrieben hatten. Heincke konnte nachweisen, daß dieser Seehering von einer Rasse herrührt, welche im September auf der Jütlandbank ablaicht und dann in ausgelaichtem Zustand nach Bohuslän kommt.

In all diesen Fällen können wir also annehmen, daß es sich bei den Wanderungen der jungen und der ausgelaichten Tiere um die Ausbreitung über das Lebensgebiet der betreffenden Rasse handelt. Sie gehen bei diesen Wanderungen ihrer Nahrung und dem Aufsuchen günstiger Lebensbedingungen nach. Die laichreifen Tiere selbst wandern aber zurück in jenes Gebiet, welches durch erbliche Faktoren als ihr Laichgebiet festgelegt ist.

Sehr deutlich zeigt sich der Nahrungseinfluß auch bei der Wanderung derjenigen Fische, welche den Heringszügen folgen, wie Dorsche, Makrelen, Thunfische, da die Heringe ihnen selbst als Nahrung dienen. Aber vielfach ist diese Wanderung gleichzeitig von Fortpflanzungsbedingungen beeinflußt. Die Dorsche, die an den Küsten Norwegens in ungeheuren Mengen gefangen und getötet werden, so daß die Strandregionen zum Teil geradezu in Blut gebadet sind, wenn die Beute verarbeitet wird, haben reife Eier und reifen Samen. Während die Fischer sie ausnehmen, sind sie die ungewollte Ursache, daß zwischen ihren Füßen überall künstliche Befruchtung stattfindet. Die Schellfische und Dorsche sind selbst gesellige Raubfische. Durch Markierung hat man zum Teil die Wege ihrer Wanderungen nachgewiesen. Ihre Eier treiben frei im Meer, und die Larven wandern in die Tiefe des Meeres. Wenn sie heranwachsen, suchen sie die Küste wieder auf; die Laichwanderungen erfolgen aber seewärts, denn die Laichplätze des Kabliaus liegen in der ganzen Nordsee, mit Ausnahme der Küstenzone und ihres nördlichen Teils. In dem letzteren sind die Laichplätze des Schellfisches, und zwar in größerer Wassertiefe. Die Schollen der Nordsee jedoch wandern zum Laichen an eine Stelle am Übergang des Kanals in die Nordsee, wo das salzreiche und warme Wasser des Golfstroms in die letztere sich ergießt. Sie suchen also Salzreichtum des Wassers, während die Heringe unserer Küsten das salzarme Wasser

Digitized by Google

Fig. 1.1. Ansel Adams, *Mount Williamson from Manzanar*, 1944. Photograph. © The Ansel Adams Publishing Rights Trust.

Manzanar, which was one of the ten camps where Japanese Americans were interned during World War II. Adams's photograph is a record of the camp's existence, but it is also a record of the camp's invisibility. Mount Williamson is the tallest mountain in the Sierra Nevada range, and it is visible from Manzanar

Juni bis Juli; es kommen sogar noch Nachzügler bis in den September und Oktober hinein und gar noch später. Die Wanderzeiten sind in allen Stromsystemen etwas verschieden; doch meist beginnt die Wanderung im Anschluß an den Eisbruch auf den Flüssen. An Lachsen, welche mit markierten Plomben versehen worden waren, hat man festgestellt, daß sie stromaufwärts nicht ganz 2 km in der Stunde zurücklegen. Doch mögen bisweilen die Wanderleistungen eine viel größere Schnelligkeit erreichen. Auf alle Fälle ist es eine enorme Kraftleistung, welche der Fisch bei den Wanderungen auf sich lädt. Und doch nimmt der Lachs während der ganzen großen Reise keinerlei Nahrung zu sich. Das gilt allerdings nur von den in unseren großen Festlandsströmen wandernden Lachsen. In Schottland und in Norwegen fressen sie zum Teil auch während der Laichwanderung, was schon daraus hervorgeht, daß sie auch dann leicht an der Angel anbeißen. Auch in Alaska ist bei den dort wandernden Arten bei relativ vielen Individuen Mageninhalt nachgewiesen worden, so Fische, Krebse, Krabben, Medusen usw., und zwar u. a. bei Oncorhynchus nerka (Walb.), während z. B. O. gorbuscha (Walb.), wenigstens im weiblichen Geschlecht, während der Laichwanderung nicht frißt. In den kleinen Flüssen des Alpengebiets laichen die Lachse von Mitte November bis Mitte Dezember. Unmittelbar nach der Erfüllung der Fortpflanzungspflichten treten sie in einem vollkommen abgemagerten und heruntergekommenen Zustand die Reise flußabwärts gegen das Meer zu wieder an. Miescher hat nachgewiesen, daß, abgesehen von den Wirkungen des Hungers, an den Tieren auch noch erkennbar ist, daß die Geschlechtsprodukte und die geschlechtlichen sekundären Merkmale der Männchen, z. B. die Haken der Hakenlachse (vgl. Bd. I S. 481), auf Kosten der Muskulatur des Rumpfes aufgebaut worden sind. Ist aber der Lachs wieder im Meer angelangt, was bei den Rheinlachsen Mitte Januar der Fall zu sein pflegt, während Elblachse die Rückkehr bis März, ja Mai hinziehen, so findet er als Raubfisch genügend Nahrung an Krebsen und Fischen (vor allem Heringe, junge Aale, Sandaale), so daß er bald wieder den alten Zustand erreicht. Aber noch während seines ganzen Lebens lassen sich an gewissen Strukturen seiner Knochen und Schuppen die Spuren einer entbehrungsreichen Laichperiode erkennen, wie wir das später in dem Kapitel über periodische Erscheinungen im Tierleben noch erörtern werden.

Die im Meer lebenden Lachse sind ziemlich einförmig gefärbt, im Süßwasser nehmen sie mit dem Herannahen der Laichperiode lebhafte Farben an, besonders das Männchen, bei dem purpurrote Flecken an den Kiemendeckeln und Rumpfseiten sich lebhaft von der bläulichen, perlmutterglänzenden Gesamtfärbung abheben. Während ein Teil der ins Meer gewanderten Lachse sich dauernd in der Nähe der Flußmündungen hält, unternehmen andere weite Wanderungen im Meer. Stets zeigen die Lachse die Tendenz, wieder zur Laichzeit in die Flüsse einzuwandern, in denen sie ihre Jugendzeit verbracht haben, wie durch markierte Exemplare nachgewiesen wurde.

Die jungen Lachse, welche aus dem abgelegten Laich nach etwa drei Monaten ausschlüpfen, bleiben in der Regel nur ein Jahr in den Gebirgsflüssen, spätestens nach zwei bis drei Jahren treten auch sie ihre Wanderung zum Meer an. Bei den Lachsen kommt stets nur ein Teil der Tiere, welche die Laichwanderung unternommen hatten, wieder gut im Meer an. In ihrem heruntergekommenen Zustand mit den verbrauchten Muskeln, mit ihrer zerschundenen Haut, sterben viele an Entkräftung oder durch Infektionskrankheiten, unter denen die durch Saprolegniapilze verursachten hauptsächlich hervorzuheben sind. Die ganze prachtvolle Laichfärbung ist natürlich abgeblaßt. Bei den westamerikanischen Lachsen des Stillen Ozeans, speziell bei dem Königslachs oder Quinnat (Oncorhynchus tschawytscha [Walb.]), unterliegen Männchen und Weibchen den enormen Anstrengungen der

Digitized by Google

Laichwanderungen. Auch dieſer Fiſch wandert in koloſſalen Maſſen in die Flüſſe der paziſiſchen Küſte von Nordweſtamerika ein, vor allem in den Columbiafluß und in den Yukon. Im Columbia habe ich ſelbſt Gelegenheit gehabt, die Wanderzüge zu beobachten, mich von der enormen Menge großer, ſchöner Fiſche zu überzeugen, welche da alljährlich gefangen werden und einer großen Konſervenindustrie den Urſprung gegeben haben. Auch hier beginnt die Wanderung im März und April. Aber erſt im Herbſt erreichen ſie die Quellflüſſe, die zum Teil in den Gebirgen des Staates Idaho gelegen ſind, über 1700 km vom Meer entfernt, im Yukonfluſſe in Alaska ſind es ſogar über 3000 km. Auch die Königslachſe freſſen während ihrer ganzen Laichwanderung überhaupt nichts. Nach dem Laichgeſchäft treiben die Männchen und Weibchen hilflos mit dem Schwanz voran den Fluß hinab, und ſoweit man bis jetzt unterrichtet iſt, überlebt kein Individuum die Fortpflanzungsperiode. Dasſelbe wird von einigen der übrigen Oncorhynchus-Arten von Weſtamerika und Oſtſibirien angegeben. Die in die Flüſſe einwandernden geſchlechtsreifen Tiere wiegen oft im Anfang der Wanderung 35—55 Pfund. Man hat aber auch Exemplare von 75 und ſelbſt über 150 Pfund Gewicht ſchon gefangen. Ebenſo iſt bekannt, daß von unſeren Lachſen oft ſehr große und ſchwere Exemplare gefangen wurden. Doch iſt der Durchſchnitt in der Gegenwart nicht ſehr groß. Bei Baſel z. B. meſſen die Lachſe 60 cm bis 1,50 m und wiegen 6—12 kg. Exemplare von 25 kg werden aus vergangenen Jahrzehnten als beſondere Fangergebniſſe regiſtriert. In den ſkandinaviſchen und ruſſiſchen Flüſſen werden aber immer noch gelegentlich Lachsrieſen von 35—50 kg Gewicht gefangen. Es iſt leicht einzuſehen, daß das junge Tier, wenn es ins Meer gelangt iſt, nicht in einem Jahr dieſe enorme Größe erreichen kann. Neuere Unterſuchungen haben denn auch tatſächlich bewieſen, daß die jungen Lachſe mehrere Wachstumsjahre im Meere verbringen.

Fiſche, welche Binnenſeen bewohnen, wandern zum Laichen vielfach in die in jene einmündenden Flüſſe und Bäche. So ſteigt der Gründling (Gobio fluviatilis Flem.), wenn er in Seen lebt, zum Laichen in Flüſſe und Bäche. Auch von den Lachſen iſt es bekannt, daß ſie z. B. in großen Binnenſeen, wie dem Onega-, Ladoga- und Saimaſee in Rußland, oder im ſchwediſchen Wettern-, Wenern- und Storſjönſee nicht mehr ins Meer zurückkehren, wohl aber zum Laichen die Zuflüſſe jener Seen aufſuchen. Die Störe und ihre Verwandten ſind ebenfalls Flußwanderer, die in den Flüſſen Aſiens, Europas und Nordamerikas eine wichtige Rolle ſpielen und ebenfalls im heranwachſenden Zuſtand ins Meer zurückkehren.

Auch unter den Reptilien ſind Wanderungen bekannt. Es ſind die großen Seeſchildkröten, welche oft in Scharen an beſtimmten ſandigen Küſten ankommen, um dort ihre großen, hartſchaligen Eier abzulegen. So hat Semon während ſeiner auſtraliſchen Reiſe in Erfahrung gebracht, daß zwei große Schildkrötenarten in der Torresſtraße, im Oſten der Prince of Wales-Gruppe, auf einer Anzahl kleinerer Inſeln mit Vorliebe ihre Eier ablegen. Chelone mydas, die Suppenſchildkröte, kommt in den erſten Monaten des Jahres zu den Inſeln, während die Karrettſchildkröte, Chelone imbricata, Mitte März noch in der Fortpflanzungsperiode war. Die Tiere ſollen nach den Angaben der Eingeborenen ausſchließlich zur Zeit des Neu- und Vollmondes, alſo mit den Springfluten ans Land kommen. Jedenfalls benützen ſie die Flut, um einen Teil der beſchwerlichen Landwanderung abzukürzen. Auch von einer Seeſchlangenart hat Semper gefunden, daß ſie zur Geburt ihrer Nachkommenſchaft das Land wieder aufſucht.

Die bekannteſten und merkwürdigſten Fälle tieriſcher Wanderungen, jene, auf welche ſeit jeher die Menſchen am meiſten geachtet haben, ſind die Wanderzüge der Vögel. Wanderluſt iſt eine faſt allen Vögeln zukommende Eigenſchaft, welche aufs engſte mit ihrer Flug-

Digitized by Google

Abb. 1 Kaiser und Reichskanzler Otto von Bismarck (1. v. l.) und Generalfeldmarschall Helmuth Graf von Moltke (2. v. l.) mit Offizieren des Generalstabes in Versailles, 1871. Gemälde von Anton von Werner, 1885. Bismarck und Moltke waren die Hauptverantwortlichen für die Reichsgründung. Bismarck hatte die politischen Voraussetzungen geschaffen, Moltke die militärischen. Beide Männer waren Preußen, Bismarck war Junker, Moltke Adliger. Beide waren Monarchisten, Bismarck war Reichskanzler, Moltke Generalfeldmarschall. Beide waren Konservative, Bismarck war Reichsgründer, Moltke Sieger über Österreich und Frankreich. Beide waren Realisten, Bismarck war Diplomat, Moltke Stratege. Beide waren Pragmatiker, Bismarck war Machtpolitiker, Moltke Militär. Beide waren Deutsche

wählen, welche in der Mitte des Stillen Ozeans nicht weit von den Hawaiinseln gelegen sind, und von denen Laysan die bekannteste ist. Auf ihr hat ein deutscher Zoologe, Schauinsland, einmal drei Monate zugebracht und eine äußerst eindrucksvolle Schilderung von der Bruttätigkeit der sie besuchenden Vögel gegeben. In der Mitte des Stillen Ozeans gibt es nicht viel festen Grund, auf welchem die Vögel brüten können. So sehen wir denn auf die wenigen Inseln, welche einsam und unbewohnt genug sind, die Seevögel aus allen Richtungen herbeieilen, um zu nisten. Schauinsland betont, daß Laysan so viele Vogelarten anzieht, weil gerade diese Insel mit ihrem sandigen Boden geeigneter ist als viele andere, die zwar unbewohnt sind, aber felsigen Grund haben und somit für alle jene Sturmvögel und Taucherarten, welche ihr Nest in oft metertiefen Höhlen anlegen, keine Brutstätte darbieten. Der geringe Platz, der auf der Insel zur Verfügung steht, wird in der zweckmäßigsten Weise ausgenützt. Schon beim Herannahen erblickte Schauinsland über der Insel wahre Vogelwolken, und die Scharen der umherflatternden Seeschwalben (Haliplana fuliginosa Peale), welche gerade im Begriffe waren, sich Nistplätze auszusuchen, erschienen in der Ferne wie schwärmende Bienen. „So ist denn stellenweise buchstäblich fast jeder Quadratfuß Landes von brütenden Vögeln besetzt, so daß es dem dahinschreitenden Wanderer, besonders während der Nachtzeit, kaum möglich ist, seinen Fuß zu setzen, ohne daß die Vögel Gefahr laufen, von ihm verletzt zu werden. Aber nicht nur in horizontaler Richtung breiten sich die nistenden Vögel auf der Insel aus, sondern auch in vertikaler, so daß sie also nicht allein nebeneinander, sondern auch über- und untereinander hausen. Weite Strecken, namentlich dort, wo der Sand recht locker ist und geringe Vegetation herrscht, sind von den in Höhlen brütenden Vögeln — den verschiedenen Arten von Sturmtauchern — geradezu unterminiert. Nichts ist beschwerlicher, als solche Stellen zu passieren! Fortwährend bricht die dünne Decke über den Höhlen durch, und bald sinkt man mit dem einen, bald mit dem anderen Bein bis weit über das Knie ein. Dort, wo Gebüsch, namentlich die strauchartige Melde wächst, kommt es vor, daß nicht nur zwei Parteien, sondern sogar vier übereinander wohnen. Auf den Wipfeln der Gesträuche haben die Tölpel und Fregattvögel ihr Nest aufgeschlagen; tiefer unten im Gezweig nisten mit Vorliebe einige der niedlichen Landvögel (meistens Acrocephalus, bisweilen auch Himatione); unten auf der Erde, noch von den Ästen beschattet, brüten die prächtigen Tropikvögel, und noch tiefer im Boden zieht der schwarze Sturmtaucher in seiner unterirdischen Wohnung die junge Brut auf. In vier Stockwerken wohnen hier also die Vögel, und ein Vergleich mit den Mietskasernen der großen Städte ist wirklich naheliegend; wie dort die Menschen aus Mangel an Raum sich von den Mansarden bis zu den Kellerwohnungen herab einschachteln, sind auch hier auf dem übervölkerten Eiland die Vögel gezwungen, ein gleiches zu tun.

Trotz dieser vorzüglichen Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raumes würden aber alle die Vogelarten, welche sich Laysan als Brutplatz erkoren, doch nicht imstande sein, dort genügend Platz zu finden, wenn sie alle gleichzeitig zusammenträfen. Sie müssen daher miteinander abwechseln; ist eine Art mit ihrem Brutgeschäft fertig, so macht sie der anderen Platz, während sie die Insel verläßt, stellt sich die andere ein. Es herrscht ein fortwährendes Kommen und Gehen, und die Folge davon ist, daß man fast zu jeder Jahreszeit brütende Vögel auf Laysan findet, eine Tatsache, die selbst in den Tropen, in welchen die Brütezeit überhaupt eine viel unregelmäßigere ist als in unseren Breiten, Beachtung verdient. So hat sich denn durch eine wahrscheinlich schon viele Jahrtausende währende Gewohnheit und Anpassung an die Verhältnisse ein ganz bestimmter Turnus ausgebildet in der Ankunft und dem Abzug einzelner Arten. Während mehrerer Jahre ist die

Digitized by Google

Figure 1. Aerial view of Bermuda, showing the fringing reef system.

Bermuda, which is the most northerly coral reef in the world, is a group of islands situated in the western North Atlantic Ocean at 32°20'N, 64°45'W. The islands are the tops of a submarine mountain range that rises from a depth of 4,000 m. The islands are surrounded by a fringing reef system that encloses a lagoon. The reef is composed of coral, coralline algae, and other calcareous organisms. The lagoon is shallow, with depths rarely exceeding 10 m. The water in the lagoon is clear and warm, with temperatures ranging from 18°C in winter to 30°C in summer. The salinity is high, typically around 36 ppt. The tides are semi-diurnal, with a range of about 1 m. The reef is exposed to the open ocean on the seaward side, where it is subject to strong waves and currents. The lagoon is protected from the open ocean by the reef, and the water is relatively calm. The reef is home to a diverse community of corals, fishes, and other marine organisms. The lagoon is also home to a diverse community of organisms, including seagrasses, algae, and invertebrates. The reef and lagoon are important habitats for many species of fish and other marine organisms. The reef is also important for tourism and recreation. The reef is threatened by pollution, overfishing, and climate change. The reef is being monitored by scientists to assess the impacts of these threats. The reef is also being protected by marine reserves and other conservation measures. The reef is a valuable resource that needs to be protected for future generations. The reef is a natural wonder that should be preserved. The reef is a source of inspiration for artists and writers. The reef is a place of beauty and tranquility. The reef is a place where people can connect with nature. The reef is a place where people can learn about the ocean. The reef is a place where people can have fun. The reef is a place where people can relax. The reef is a place where people can escape from the stresses of everyday life. The reef is a place where people can find peace. The reef is a place where people can find themselves. The reef is a place where people can find their purpose. The reef is a place where people can find their passion. The reef is a place where people can find their calling. The reef is a place where people can find their destiny. The reef is a place where people can find their path. The reef is a place where people can find their way. The reef is a place where people can find their truth. The reef is a place where people can find their light. The reef is a place where people can find their love. The reef is a place where people can find their joy. The reef is a place where people can find their happiness. The reef is a place where people can find their peace. The reef is a place where people can find their tranquility. The reef is a place where people can find their beauty. The reef is a place where people can find their inspiration. The reef is a place where people can find their creativity. The reef is a place where people can find their imagination. The reef is a place where people can find their dreams. The reef is a place where people can find their hopes. The reef is a place where people can find their aspirations. The reef is a place where people can find their goals. The reef is a place where people can find their ambitions. The reef is a place where people can find their desires. The reef is a place where people can find their needs. The reef is a place where people can find their wants. The reef is a place where people can find their values. The reef is a place where people can find their beliefs. The reef is a place where people can find their principles. The reef is a place where people can find their morals. The reef is a place where people can find their ethics. The reef is a place where people can find their integrity. The reef is a place where people can find their honesty. The reef is a place where people can find their trustworthiness. The reef is a place where people can find their reliability. The reef is a place where people can find their responsibility. The reef is a place where people can find their accountability. The reef is a place where people can find their transparency. The reef is a place where people can find their openness. The reef is a place where people can find their fairness. The reef is a place where people can find their justice. The reef is a place where people can find their equality. The reef is a place where people can find their diversity. The reef is a place where people can find their inclusion. The reef is a place where people can find their respect. The reef is a place where people can find their dignity. The reef is a place where people can find their worth. The reef is a place where people can find their value. The reef is a place where people can find their importance. The reef is a place where people can find their significance. The reef is a place where people can find their meaning. The reef is a place where people can find their purpose. The reef is a place where people can find their passion. The reef is a place where people can find their calling. The reef is a place where people can find their destiny. The reef is a place where people can find their path. The reef is a place where people can find their way. The reef is a place where people can find their truth. The reef is a place where people can find their light. The reef is a place where people can find their love. The reef is a place where people can find their joy. The reef is a place where people can find their happiness. The reef is a place where people can find their peace. The reef is a place where people can find their tranquility. The reef is a place where people can find their beauty. The reef is a place where people can find their inspiration. The reef is a place where people can find their creativity. The reef is a place where people can find their imagination. The reef is a place where people can find their dreams. The reef is a place where people can find their hopes. The reef is a place where people can find their aspirations. The reef is a place where people can find their goals. The reef is a place where people can find their ambitions. The reef is a place where people can find their desires. The reef is a place where people can find their needs. The reef is a place where people can find their wants. The reef is a place where people can find their values. The reef is a place where people can find their beliefs. The reef is a place where people can find their principles. The reef is a place where people can find their morals. The reef is a place where people can find their ethics. The reef is a place where people can find their integrity. The reef is a place where people can find their honesty. The reef is a place where people can find their trustworthiness. The reef is a place where people can find their reliability. The reef is a place where people can find their responsibility. The reef is a place where people can find their accountability. The reef is a place where people can find their transparency. The reef is a place where people can find their openness. The reef is a place where people can find their fairness. The reef is a place where people can find their justice. The reef is a place where people can find their equality. The reef is a place where people can find their diversity. The reef is a place where people can find their inclusion. The reef is a place where people can find their respect. The reef is a place where people can find their dignity. The reef is a place where people can find their worth. The reef is a place where people can find their value. The reef is a place where people can find their importance. The reef is a place where people can find their significance. The reef is a place where people can find their meaning.

wäre. Auf dem Lande nur Nachtvögel, nahmen sie von den unzähligen, tief unterirdischen Wohnungen wieder Besitz; beim hellen Mondenschein konnte man sehen, wie sie emsig bemüht waren, aus den seit Jahresfrist verfallenen Röhren mit ihren zarten Füßchen den lockeren Sand zu entfernen.

Wenige Monate später wird das Aussehen der Insel von neuem durch eine Einwanderung noch imposanterer Art als die geschilderte verändert. In den letzten Tagen des Oktober erscheinen die ersten Vorposten der prächtigen Albatrosse, und einige Tage darauf gewährt die Insel von einem erhöhten Punkt den Anblick, als wäre sie dicht mit großen Schneeflocken bedeckt (Abb. 419). Es gibt kaum ein Fleckchen Erde, von dem das blendend weiße Gefieder eines Albatrosses sich nicht abhebt, und die Zahl dieser Vögel ist oft so groß, daß viele nur mit ungünstigen Plätzen vorlieb nehmen, viele wieder abziehen müssen.

Abb. 421.
Wandertaube (Ectopistes migratorius).
Orig.-Photographie nach dem Exemplar der Münchner Zoologischen Staatssammlung.

Von den Invasionen der übrigen brütenden Seevögel der Insel erwähne ich nur noch die der Seeschwalben, die so mächtig ist, daß in den ersten Tagen, in denen die Vögel noch keinen festen Nistplatz sich ausgesucht haben, die Insel von weitem den Eindruck macht, als lagere eine schwere Rauchmasse über ihr, so dicht ist die Schar der flatternden Vögel." Wir haben diese ausführliche Schilderung vorausgeschickt, weil aus ihr mit Klarheit hervorgeht, daß die auf Laysan brütenden Zugvögel durch zwingende Ursachen veranlaßt werden, von allen Seiten her in der Brutzeit auf diese Insel loszuwandern, obwohl kein Unterschied in der Temperatur oder sonstwie im Klima zwischen ihrem gewöhnlichen Aufenthaltsort und der Umgebung der Inseln zu konstatieren ist.

Die Vogelfauna von Laysan bietet uns aber auch Beispiele von Vögeln, welche überhaupt nicht wandern. Auf ihr kommen fünf Landvogelarten vor, die sonst nirgends auf der ganzen Erde gefunden werden: eine Ente, eine Ralle und drei kleine Singvögel. Der eine unter ihnen, die Ralle (Porzanula palmeri Froh), ist sogar vollkommen flugunfähig, während die Finken (Telespiza cantans Wis.) und ein kleiner roter Vogel Himatione freethii Roth. sehr wohl zu fliegen vermögen. Solche auf eine Insel beschränkte Vogelformen gibt es ja bekanntlich noch viele. Ich erinnere nur an die endemischen Vogelarten der kanarischen Inseln, von Hawai und den Galapagos.

Es braucht aber ein Vogel nicht auf eine Insel gebannt zu sein, welche auf Hunderte oder Tausende von Kilometern im Umkreis der für Landvögel verderbenbringende Ozean umgibt, um Standvogel zu sein. Auch mitten in den Kontinenten gibt es zahlreiche Vögel, deren Lebensweise und Gewohnheiten sie eng an den Ort fesseln. So sind unter den Vögeln unserer Heimat der Sperling, das Rebhuhn, der Zaunkönig, die Goldammer, der Kolkrabe, das goldschöpfige Goldhähnchen (Regulus cristatus Koch) ausgesprochene Standvögel, das heißt, sie wandern nicht und bleiben meist im Umkreis ihrer Geburtsstätte dauernd wohnen.

Als Strichvögel bezeichnen wir solche Vögel, welche Wanderungen von nicht allzugroßem Umfang zum Zwecke der Nahrungssuche unternehmen. So sind unsere Meisen aus-

Digitized by Google

gesprochene Strichvögel. Im Herbst kann man sie oft in großen Scharen, welche gleichzeitig Kohl-, Blau-, Tannen-, Sumpf-, Schwanz- und Haubenmeisen umfassen, den reifenden Haselnüssen und anderen Früchten nachziehen sehen. Auch die Grünlinge, Kleiber, Stieglitze, Zeisige, Buchfinken, Bergfinken und Hänflinge pflegen zu streichen. Ausgesprochene Strichvögel sind die Kreuzschnäbel und viele Spechte. Ja, selbst von dem Auer- und Birkwild können wir feststellen, daß sie bis zu einem gewissen Grade streichende Standvögel sind. Letzteres gilt auch für Haubenlerche und Rebhuhn. Strichvögel, deren Züge im größten Maßstabe stattfanden, waren auch die Wandertauben Nordamerikas (Abb. 421). Das Streichen der Vögel ist ausschließlich durch das Aufsuchen günstigerer Futterplätze bedingt und unregelmäßig in der Richtung.

Seit jeher haben unter den Völkern Europas und Asiens diejenigen Vögel am meisten Aufmerksamkeit erregt, welche regelmäßige Wanderungen ausführen. Gehört doch mehr als die Hälfte der europäischen Vögel zu den Zugvögeln. Die Vorbereitungen, welche viele Arten zu ihren Zügen treffen, ihre Massenversammlungen, die Veränderungen, die sie im Charakter der Landschaft bei ihrem Eintreffen hervorrufen, sind so augenfällige Erscheinungen, daß sie von einigermaßen aufmerksamen Naturbeobachtern nicht übersehen werden konnten.

Die Zugvögel verlassen sämtlich ihr Wohngebiet im Herbst, um im Frühling wiederzukehren. Diejenige Zeit, welche also viele Säugetiere im Winterschlaf verbringen, während deren Reptilien und Amphibien Erstarrungszustände durchmachen, die ganze Insektenwelt verschwunden ist, diese Zeit bringen die Zugvögel in günstigeren Klimaten zu. Alle Vögel, welche sich ausschließlich von Insekten ernähren, ebenso diejenigen, deren Nahrung aus Lurchen und Kriechtieren besteht, sowie viele Wasservögel, deren Wohngewässer zufrieren, sind genötigt, im Winter die dem Winterpol genäherten Regionen zu verlassen. So vermissen wir denn im Winter von unseren Vögeln die Nachtigallen, Grasmücken, Spötter, die meisten Drossel- und Finkenarten, die Lerchen, Bachstelzen, Pirol, Kuckuck, Wendehals und Neuntöter. Die Schwalben, Mauersegler, Stare, aber auch Falken, Eulen und andere Raubvögel sind verschwunden. Störche, Kraniche, Reiher, die Brachvögel, Regenpfeifer, Kiebitze, Strandläufer, Gänse, Säger und Enten haben uns verlassen. Also viele unserer auffallendsten Vogelformen gehören zu den Zugvögeln. Von vielen von ihnen, so von Störchen, Staren und Schwalben, konnten wir die Vorbereitungen zur Reise und den Aufbruch beobachten. Viele andere sind aber in aller Stille verschwunden, ohne daß wir ihre Abreise bemerkten. Nur aus ihrer Abwesenheit schließen wir, daß sie sich auf dem Zuge befinden. Die wissenschaftliche Forschung hat mit Hilfe von Tausenden von Mitarbeitern für eine große Anzahl von Zugvögeln viele Einzelheiten der jährlichen Wanderungen festgestellt, wenn auch an dem großen Problem des Vogelzuges noch viele wichtige Fragen als unbeantwortet zu bezeichnen sind.

Überall auf der Erde, wo es einen ausgesprochenen Winter gibt, also in der Region um beide Pole herum bis weit gegen die Wendekreise hin, verschwinden während der kühleren Jahreszeit eine große Anzahl von Vogelarten.

In früherer Zeit nahm man wohl an, daß manche der Arten in einen Winterschlaf versänken, den sie in Höhlen verborgen verbrächten. Heute weiß man, daß kein einziger Vogel die Fähigkeit zu einem Winterschlaf besitzt, daß die wenigen Schwalben z. B., die man in späten Herbstmonaten beobachtet hat, Nachzügler sind, die infolge von Krankheit oder anderen Gründen sich dem großen Zuge nicht angeschlossen haben, und welche dem Untergang geweiht sind. Gewisse Vögel vermögen infolge ihrer hohen Bluttemperatur, des

Digitized by Google

Abb. 4.1: Schwarm von Fischen vor einem Korallenriff

Die Fische in Abb. 4.1 sind ein Beispiel für ein Phänomen, das in der Natur häufig zu beobachten ist: Ein Schwarm von Individuen, die sich nach einfachen Regeln verhalten, bildet ein komplexes Muster. Ein einzelner Fisch kann nicht viel ausrichten, aber ein Schwarm kann Strömungen erzeugen, Nahrung finden und Räuber abwehren. Ameisenkolonien, Termitenbauten, Vogelschwärme und Bakterienkulturen sind weitere Beispiele für dieses Phänomen.

Wir werden in diesem Kapitel einige Modelle untersuchen, die solche Phänomene beschreiben. Wir beginnen mit einem Modell, das die Ausbreitung von Gerüchten beschreibt, und gehen dann zu Modellen über, die die Ausbreitung von Krankheiten beschreiben. Schließlich werden wir ein Modell für die Entstehung von Schwärmen vorstellen.

4.1 Gerüchte

Wir beginnen mit einem einfachen Modell für die Ausbreitung von Gerüchten. Es sei N die Anzahl der Personen, die das Gerücht kennen, und M die Anzahl der Personen, die es nicht kennen. Wir nehmen an, dass die Anzahl der Personen, die das Gerücht kennen, mit einer Rate proportional zu N und M zunimmt. Wir bezeichnen die Proportionalitätskonstante mit k. Dann gilt

$$\frac{dN}{dt} = kNM.$$

Wir können M durch N ausdrücken, indem wir die Gesamtzahl der Personen $P = N + M$ einführen. Dann gilt $M = P - N$ und wir erhalten

$$\frac{dN}{dt} = kN(P - N).$$

Diese Gleichung ist eine gewöhnliche Differentialgleichung erster Ordnung. Sie ist nichtlinear, weil N quadratisch auftritt. Wir können sie mit Trennung der Variablen lösen. Dazu schreiben wir

$$\frac{dN}{N(P - N)} = k\,dt.$$

Integration beider Seiten liefert

$$\int \frac{dN}{N(P - N)} = \int k\,dt.$$

Das linke Integral können wir mit Partialbruchzerlegung lösen. Wir schreiben

$$\frac{1}{N(P - N)} = \frac{A}{N} + \frac{B}{P - N}.$$

Multiplikation mit $N(P - N)$ liefert

$$1 = A(P - N) + BN.$$

Setzen wir $N = 0$, so erhalten wir $A = 1/P$. Setzen wir $N = P$, so erhalten wir $B = 1/P$. Also gilt

$$\frac{1}{N(P - N)} = \frac{1}{P}\left(\frac{1}{N} + \frac{1}{P - N}\right).$$

Integration liefert

$$\frac{1}{P}\left(\ln|N| - \ln|P - N|\right) = kt + C.$$

Multiplikation mit P und Anwendung der Exponentialfunktion liefert

$$\frac{N}{P - N} = e^{Pkt + PC}.$$

Setzen wir $C' = e^{PC}$, so erhalten wir

$$\frac{N}{P - N} = C' e^{Pkt}.$$

Auflösen nach N liefert

$$N = \frac{C' P e^{Pkt}}{1 + C' e^{Pkt}}.$$

Setzen wir $t = 0$, so erhalten wir $N(0) = C'P/(1 + C')$. Auflösen nach C' liefert

$$C' = \frac{N(0)}{P - N(0)}.$$

Setzen wir C' in die Gleichung für N ein, so erhalten wir

$$N = \frac{N(0) P e^{Pkt}}{P - N(0) + N(0) e^{Pkt}}.$$

Dividieren wir Zähler und Nenner durch e^{Pkt}, so erhalten wir

$$N = \frac{N(0) P}{(P - N(0))e^{-Pkt} + N(0)}.$$

Diese Gleichung beschreibt die Anzahl der Personen, die das Gerücht kennen, als Funktion der Zeit. Sie ist eine logistische Funktion. Sie hat eine Sättigungsgrenze P und eine Wachstumsrate k. Sie hat einen Wendepunkt bei $N = P/2$. Sie hat eine Asymptote bei $N = P$. Sie hat eine Asymptote bei $N = 0$ für $t \to -\infty$.

Wir können die Gleichung auch in der Form

$$N = \frac{P}{1 + \left(\frac{P}{N(0)} - 1\right)e^{-Pkt}}$$

schreiben. Diese Form ist oft nützlich, um die Parameter P und k aus Daten zu bestimmen.

Wir können die Gleichung auch in der Form

$$N = \frac{P}{1 + e^{-Pkt + \ln\left(\frac{P}{N(0)} - 1\right)}}$$

schreiben. Diese Form ist oft nützlich, um die Parameter P und k aus Daten zu bestimmen.

Wir können die Gleichung auch in der Form

$$N = \frac{P}{1 + e^{-Pk(t - t_0)}}$$

schreiben, wobei $t_0 = \frac{1}{Pk}\ln\left(\frac{P}{N(0)} - 1\right)$

Abb. 1 und 2: Ausstellung „Kunst im Stadtraum" in der Kölner Innenstadt, Skulptur von Tony Cragg, Foto: Rheinisches Bildarchiv Köln, rba_d008000_b1_f0001 und rba_d008000_b1_f0002

dern. Manche Formen sind auch sehr auffallend, trotzdem sie in kleinen Trupps wandern, durch die eigenartige Anordnung beim Flug. Kraniche, Wildgänse u. a. fliegen in einem ungleichschenkligen Dreieck, wobei immer ein Vogel, der die Spitze hat und dadurch stärker ermüdet wird, in kurzen Intervallen von einem anderen abgelöst wird (vgl. Abb. 410 S. 513 und 422 S. 536), Möven u. a. in einer schiefen Linie. Und so werden die einen Vögel leicht an verschiedenen Orten während des Zuges gesehen werden können, während andere vollkommen unbeobachtet die großen Länderstrecken, die sie passieren müssen, durchhuschen. Es ist also nicht verwunderlich, daß über die Wanderung der Vögel viele sehr vage Hypotheſen entstanden sind.

Die ersten Untersucher, welche sich auf etwas breiterer Basis mit dem Zugproblem beschäftigten, so z. B. Schlegel, Brehm, Keßler und Middendorf, gingen zum Teil von sehr phantastischen Vorstellungen aus. Middendorf z. B. sammelte aufs eifrigste Daten über das erstmalige Auftreten von Zugvögeln im Frühjahr in Rußland und Sibirien und ebenso die Daten ihres Abflugs im Herbst. Er trug die Punkte, an dem die Beobachtungen für die gleiche Vogelart in der gleichen Zeit erfolgt war, auf einer Karte ein und bezeichnete die durch die Verbindung dieser Punkte entstandenen Kurven als Isopiptesen. Aus seinen Beobachtungen glaubte er verschiedene Schlüsse ziehen zu können. Erstens einmal glaubte er festgestellt zu haben, daß im nördlichen Asien die Wanderlinien sämtlich gegen die Halbinsel Taimyr konvergierten, und indem er annahm, daß in deren Nähe einer der magnetischen Pole der Erde gelegen sei, postulierte er, daß die Vögel mit einem magnetischen Sinn begabt seien, der sie rein reflektorisch dem nördlichsten Teil ihres Verbreitungsgebietes bzw. dem magnetischen Pol entgegenführe. Seine Beobachtungen waren bis zu einem gewissen Grade richtig. Wir werden aber sehen, daß sie in ganz anderer Weise erklärt werden müssen. Die Isopiptesen veranlaßten ihn zu einer weiteren Verallgemeinerung, welche die Tatsachen erklären sollte. Er nahm an, und diese Annahme teilte z. B. Keßler mit ihm, daß die Vögel alle „mit breiter Front" wanderten. Darunter ist zu verstehen, daß die Vögel jeweils von ihrer Brutheimat aus sich direkt äquatorwärts wenden und auf ganz gesonderten Wegen alle für sich dem Winterquartier entgegenziehen. Und ebenso sollten auf dem Rückwege die Vögel jeweils von ihrem Aufenthaltsort sich in der Richtung des Meridians der Brutheimat entgegenbegeben.

Diese Anschauungen, die auch später noch der verdienstvolle, aber auch so phantastische Leiter der Vogelwarte Helgolands Gätke teilte, wurden vor allen Dingen durch die Untersuchungen von Sundevall, Palmén, Severtzow, Menzbier und neuerdings durch die organisierte Arbeit der ungarischen Vogelzentrale unter Herman, der Vogelwarte Rositten unter Thienemann sowie der vielen ornithologischen Vereinigungen erschüttert. Es hat sich gezeigt, daß jedenfalls sehr viele Vogelarten auf ganz bestimmten Zugstraßen wandern. Auf diesen wandern sie meist in relativ schmalen Heerzügen, die breiter werden, wenn reiches, fruchtbares Land ohne größere Terrainhindernisse durchzogen wird. In engen Tälern oder Gebirgspässen wird oft eine dichtgedrängte Kolonne aus dem Zug; dasselbe kann an Meerengen, Inselketten, Binnenseen usw. sich ereignen. Die Mehrzahl der Wasser- und Sumpfvögel wandert an den Meeresgestaden, an Seen, Flüssen und Sümpfen entlang. In diese üblichen Zugstraßen können aber auch große Strecken eingeschaltet sein, welche über freies Meer führen. Die Landvögel fliegen vielfach über die Kontinente, vor allem durch Flußtäler, weniger durch Gebirge in ihrer Zugrichtung beeinflußt; aber auch für sie spielen die Küstenlinien bei der Bestimmung der Zugrichtung offenbar eine große Rolle. So hat man Schwalben und andere bei Tag wandernde Vögel in wenig hundert Meter Abstand von

Digitized by Google

Fig. 1. Photograph of the Sun taken with the Solar Dynamics Observatory (SDO) on 2010 August 1 at 16:30:01 UT in the 304 Å wavelength band. The image shows a large prominence eruption on the solar limb. Courtesy of NASA/SDO and the AIA science team.

Fig. 2. Photograph of the Sun taken with the Solar Dynamics Observatory (SDO) on 2010 August 1 at 16:30:01 UT in the 304 Å wavelength band. The image shows a large prominence eruption on the solar limb. Courtesy of NASA/SDO and the AIA science team.

Fig. 3. Photograph of the Sun taken with the Solar Dynamics Observatory (SDO) on 2010 August 1 at 16:30:01 UT in the 304 Å wavelength band. The image shows a large prominence eruption on the solar limb. Courtesy of NASA/SDO and the AIA science team.

Fig. 4. Photograph of the Sun taken with the Solar Dynamics Observatory (SDO) on 2010 August 1 at 16:30:01 UT in the 304 Å wavelength band. The image shows a large prominence eruption on the solar limb. Courtesy of NASA/SDO and the AIA science team.

Fig. 5. Photograph of the Sun taken with the Solar Dynamics Observatory (SDO) on 2010 August 1 at 16:30:01 UT in the 304 Å wavelength band. The image shows a large prominence eruption on the solar limb. Courtesy of NASA/SDO and the AIA science team.

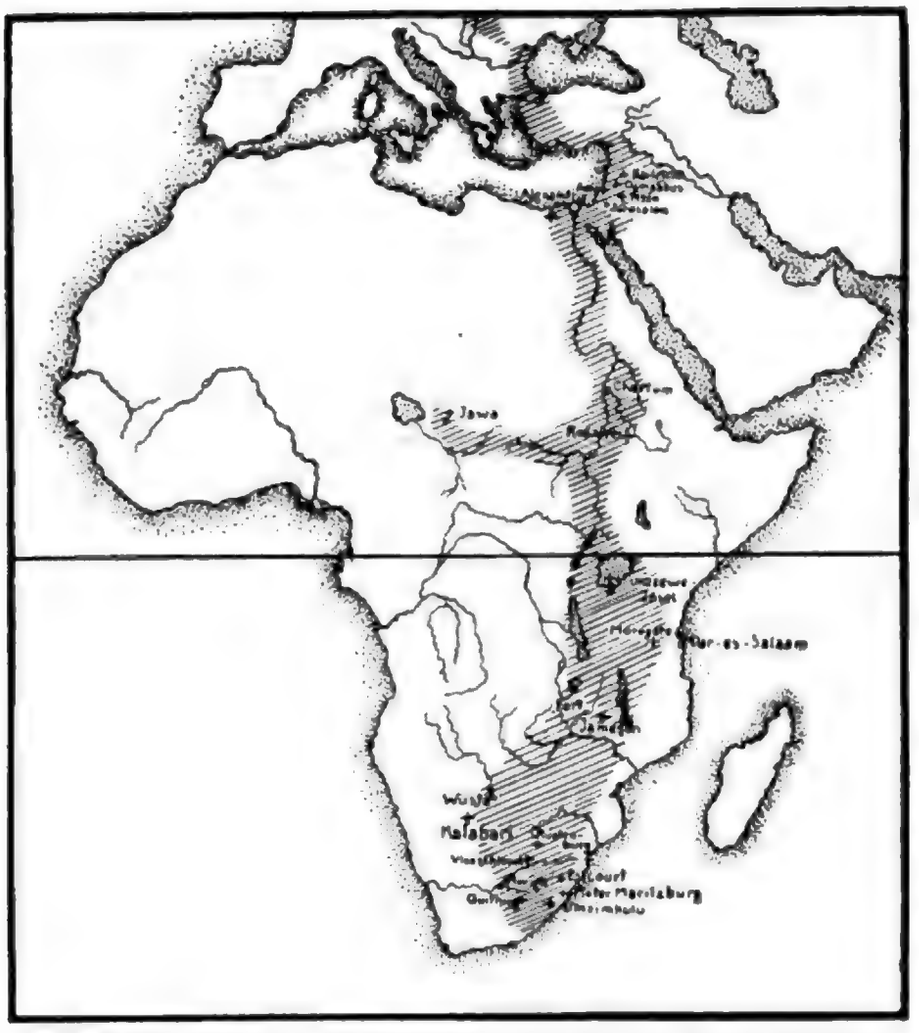


Abb. 425. Wandergebiet der norddeutschen Störche in Afrika und Westasien (schraffiert). + + + Erlegungsorte markierter deutscher Störche. Nach Thienemann.

beschrieben worden ist, mit Marabus zusammen Heuschrecken jagen (Abb. 424). Sie dringen aber noch viel tiefer in den afrikanischen Kontinent ein. Markierte Exemplare wurden nicht nur am blauen Nil und am Viktoria-Nyanza, sondern auch am Tschadsee, ja sogar in Rhodesia, in Natal, Kapland, Basutoland und in der Kalahari geschossen. Da Störche aus Westdeutschland auf dem Zug in Spanien festgestellt werden konnten, so ist anzunehmen, daß dieselben auf einer anderen Zugstraße, nämlich der westeuropäischen, nach Afrika gelangen. In Nordamerika ist eine der wichtigsten Zugstraßen durch den Verlauf des Mississippitales bedingt, eine andere verläuft an der Ostküste von Nordamerika und dann quer über den Golf von Mexiko. Eine Hauptroute, wie sie das Mississippital darstellt, empfängt eine Menge von Nebenrouten, die wie Nebenflüsse in sie einmünden. Viele unserer europäischen Vögel müssen große offene Strecken des Mittelmeeres überfliegen. Von den starken, kräftigen Fliegern bekommt der Seefahrer meist kaum etwas zu sehen. Aber wenn Sturm und Regen den Flug erschweren, dann werden die Schiffe oft von Hunderten ermüdeter, schwacher Schwalben, Bachstelzen, Nachtschwalben, Steinschmätzern, Piepern als Zufluchtsort aufgesucht. Ich selbst habe westlich von Korsika Stare und Wiedehopfe unter diesen Umständen auf dem Frühjahrsflug beobachtet.

Unsere Hausschwalbe (speziell Hirundo rustica, die Rauchschwalbe) hat als Brutvogel eine sehr weite Verbreitung. Sie nistet in ganz Europa bis 63° ja 70° nördlicher Breite und verbreitet sich über die Mittelmeerländer bis Afrika, nördlich der Sahara, in deren Oasen aber schon Schwalben als Wintergäste aus nördlichen Gebieten vorkommen. Die europäischen Schwalben haben ihr Winterquartier in Afrika bis zum Kap hinunter. Sie kommen nach W. L. Sclater in Kapstadt Ende Oktober an und sind dort von November bis März ein häufiger Vogel; Mitte April sind die letzten abgereist. Nun treffen Schwalben aus dem Süden von Afrika südlich der Sahara schon in der zweiten Februarhälfte ein, An-

Digitized by Google

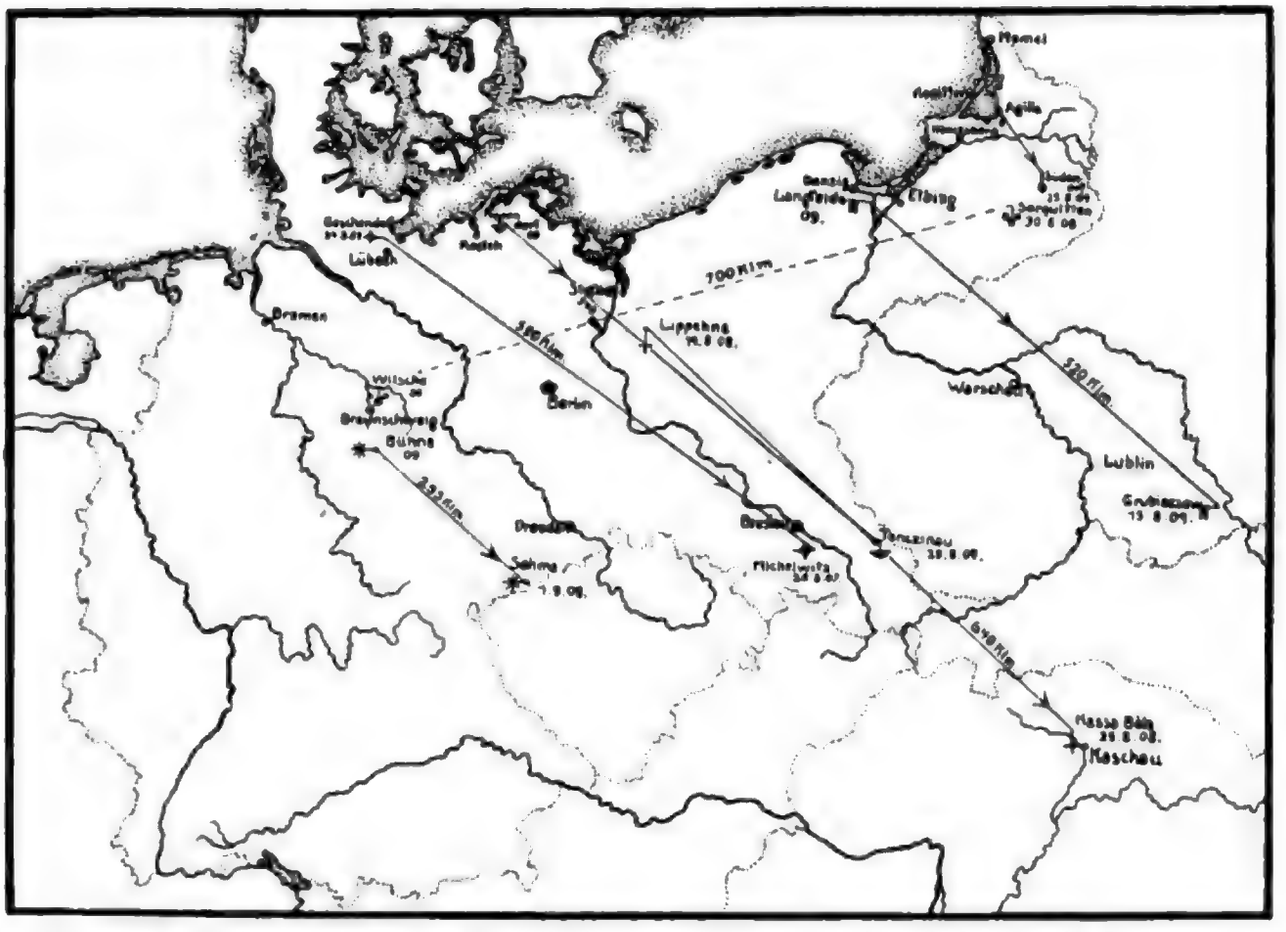


Abb. 426. Brutheimat, Erlegungsort und Reiseweg einiger norddeutscher Störche, nebst Erlegungsdaten. Alle während des Herbstzugs erlegt. Nach Thienemann.

fang März kommen sie in Südeuropa an, Ende März in Mitteleuropa, Mitte April trifft die Hauptmasse in England ein. Also die Abreise in Kapstadt erfolgt gleichzeitig oder gar später als die Ankunft in Europa, speziell England! Es können also nicht die nämlichen Vögel sein, welche in Nordafrika einen Monat früher ankommen, als die Südafrikaner abreisen! Denn die bei Tag ziehenden Schwalben sind, wie oft beobachtet wurde, nicht gerade sehr rasche Wanderer. So können wir denn annehmen, daß die im Süden Afrikas überwinternden Schwalben aus dem hohen Norden stammen, sie ziehen erst spät im Frühling bei uns durch. Unsere Schwalben würden demnach ihr Winterquartier nur wenig südlich der Sahara haben. Es scheint, daß Vögel, je weiter nördlich ihre Brutheimat ist, um so südlichere Winterquartiere aufsuchen, vielleicht weil sie infolge der langen Reise die nördlicheren schon voll besetzt finden. Jedenfalls kommen die Schwalben nach Sclater mit ganz zerschlissenem Gefieder in Kapstadt an und machen vor der Abreise nordwärts ihre Frühlingsmauser durch. Es scheint, daß diejenigen Schwalben, welche die westeuropäische Zugstraße benützen (s. unten) in Liberia und sonstwo im tropischen Westafrika überwintern, während die Wanderer auf der östlichen Straße durch das Niltal bis tief in den afrikanischen Kontinent gelangen. In Bayern fliegen die über den Alpen angelangten Schwalben bis zum Donautal, um sich von dort nach allen Seiten in ihre Brutreviere zu begeben. So kommt es, daß in Südbayern die Schwalben in manchen Gegenden im Frühjahr von Norden her anlangen.

Hirundo rustica brütet aber auch in Kleinasien, Persien, Afghanistan und Westsibirien; diese Vögel überwintern in Sind und dem westlichen Ostindien. Eine Varietät (H. guttaralis) nistet im Himalaya und nördlich von ihm bis China und Japan, sie hat ihr

Digitized by Google

Fig. 1. Nordamerika: Physikalische Übersicht

Mississippi, in Mexiko und Guatemala, in Honduras, Nicaragua, Costa Rica und Panama. Die Ostküste ist ein Flachland, das sich von Florida bis Neufundland erstreckt. Es ist im Süden 200 km breit, im Norden 1000 km. Die Westküste ist ein Gebirgsland, das sich von Alaska bis Mexiko erstreckt. Es ist im Süden 1000 km breit, im Norden 2000 km. Die Mitte ist ein Flachland, das sich von Florida bis Alaska erstreckt. Es ist im Süden 2000 km breit, im Norden 3000 km. Die Ostküste ist ein Flachland, das sich von Florida bis Neufundland erstreckt. Es ist im Süden 200 km breit, im Norden 1000 km. Die Westküste ist ein Gebirgsland, das sich von Alaska bis Mexiko erstreckt. Es ist im Süden 1000 km breit, im Norden 2000 km. Die Mitte ist ein Flachland, das sich von Florida bis Alaska erstreckt. Es ist im Süden 2000 km breit, im Norden 3000 km.

Mexico, Mexico, 1910, 1,000,000 (1,500,000 with suburbs); Guadalajara, 1910, 119,000; Puebla, 1910, 93,000; Monterrey, 1910, 62,000; Merida, 1910, 50,000; Oaxaca, 1910, 40,000; Tampico, 1910, 36,000; Vera Cruz, 1910, 29,000; Saltillo, 1910, 25,000; Chihuahua, 1910, 18,000; Durango, 1910, 15,000; Zacatecas, 1910, 14,000; Aguascalientes, 1910, 13,000; Pachuca, 1910, 13,000; Morelia, 1910, 12,000; Guanajuato, 1910, 11,000; Colima, 1910, 10,000; Tepic, 1910, 10,000; Campeche, 1910, 10,000; Tehuantepec, 1910, 10,000; Tuxpan, 1910, 10,000; Tuxtla, 1910, 10,000; Tlacotalpan, 1910, 10,000; Frontera, 1910, 10,000; Tabasco

Kartenskizze zu Abb. 1. Maßstab 1:1 000 000. Nach Angaben von Dr. Hans Kinzl, Innsbruck.

Abb. 1. Die Gletscher der Cordillera Blanca, Peru. Aufnahme: Dr. Hans Kinzl, Innsbruck, 1932.

Abb. 2. Die Gletscher der Cordillera Blanca, Peru. Aufnahme: Dr. Hans Kinzl, Innsbruck, 1932.

Abb. 3. Die Gletscher der Cordillera Blanca, Peru. Aufnahme: Dr. Hans Kinzl, Innsbruck, 1932.

Abb.

Enten 70—75 km pro Stunde festgestellt. Die ganz großen Schnelligkeiten, die manche Vögel erreichen müssen, wenn man die Daten ihres Abflugs und ihrer Ankunft in entfernten Gegenden in Rechnung zieht, erklären sich aus der fördernden Wirkung des Windes, der sich unter Umständen zu ihrer eigenen Flugschnelligkeit addiert. Es sind bei wandernden Vögeln exakte Fernrohrbeobachtungen gemacht worden, welche Geschwindigkeiten von mindestens 120—190 km in der Stunde ergaben. Brieftauben erreichen im Durchschnitt 75 km in der Stunde, Schwalben bis zu 200 km. Es wurde mit ziemlicher Sicherheit nachgewiesen, daß Singvögel in etwa 10 Stunden, Krähen in etwa 2—3 Stunden die Nordsee von Helgoland bis zur südenglischen Küste, also eine Distanz von etwa 500 km überfliegen.

Da der Wind einen so großen Einfluß auf den Flug der Vögel hat, ist es kein Wunder, daß sie nicht selten von langdauernden Stürmen weithin verschleppt werden. So sind südatlantische, ja selbst südpazifische Sturmvögel bis nach Europa geraten. Nordamerikanische Vögel gelangen manchmal bis tief nach Deutschland hinein.

Wind und Wetter spielen eine große Rolle bei der Wanderung der Vögel. Schlechtes Wetter, Nebel, Regen, starker Sturm hält sie jederzeit unterwegs auf, veranlaßt sie auch, die Abreise zu verschieben. Wärme im Herbst schiebt den Aufbruch nach dem Süden, Kälte im Frühling die Ankunft der Wanderer hinaus. Die Vögel können aber so wenig wie wir das Wetter voraussehen, und so werden sie oft von schlechtem Wetter auf der Reise überrascht, werden verschlagen und gehen massenhaft zugrunde.

Die barometrisch feststellbaren Verhältnisse der Atmosphäre spielen offenbar nach den Untersuchungen englischer und deutscher Forscher sowie Hermans in Ungarn eine große Rolle bei der Reise der Vögel. Doch lassen sie sich vielfach nicht im einzelnen analysieren (vgl. unten S. 554).

Die Temperatur ist beim Herbstzug von größerer Bedeutung als Veranlassung zum Aufbruch als beim Frühlingszug. Die Vögel, die aus den Tropen kommen, wandern vielfach in zur Zeit ihres Eintreffens viel kälteren Gegenden ein, als die waren, aus denen sie kommen. In Nordamerika hat man zeigen können, daß die Vögel oft die langsam von Süden nach Norden über den Kontinent ziehende Frühlingswoge überholen, indem sie in immer kältere Zonen wandern, in denen erst nach ihnen der eigentliche Frühling eintrifft.

Windstärke und Windrichtung haben auf die Wanderung einen wichtigen Einfluß. Unsere nordischen Vögel nützen im Herbst unzweifelhaft die nordwestlichen Winde aus, die sie rasch nach Südwesten tragen. So hat man berechnet, daß ein Vogel von Norwegen aus bei einem typischen Zyklon in 24 Stunden um Großbritannien herum nach Südfrankreich gelangen kann. Beim Frühjahrzug spielen Südwinde eine wichtige Rolle. Man hat Störche und andere Vögel mit dem Südsturm das Mittelländische Meer kreuzen sehen. In Ungarn hat Herman gezeigt, daß Schwalben und zehn andere Vogelarten bei Depression und Südwind plötzlich eintrafen. So hat auch Häcker auf Grund der Beobachtungen der bayrischen ornithologischen Gesellschaft nachgewiesen, daß unsere Schwalben bei Föhn eintreffen.

Wollen wir uns eine Vorstellung von der allmählichen Entstehung des Wandertriebs und der Wanderwege bilden, so gehen wir am zweckmäßigsten von denjenigen Formen aus, welche jetzt noch ihr Wohngebiet ausbreiten.

Eine Vogelart, welche gegenwärtig ihr Verbreitungsgebiet vergrößert, ist z. B. der Girlitz. Dieser Vogel, welcher mit dem Kanarienvogel nahe verwandt ist und ihm auch ähnlich sieht, dringt in verschiedenen Gegenden von Deutschland nach Norden vor. So ist

Digitized by Google

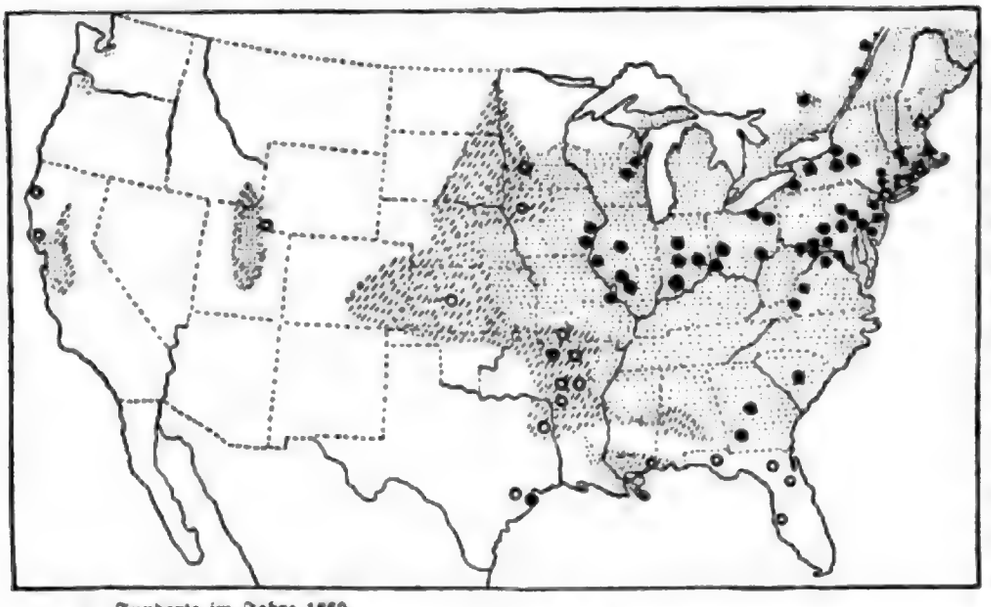


Abb. 430. Ausbreitung des europäischen Haussperlings über den nordamerikanischen Kontinent. Nach Palmer.

er im Rheintal bereits über Frankfurt hinaus vorgerückt. Er hat dabei auch sein Brutgebiet vergrößert, denn er bleibt auch während der Fortpflanzungszeit in den neu besiedelten Gegenden und nistet daselbst. So haben in England, wo man sie vor 20 Jahren noch nicht antraf, auch die Turteltaube und der Haubentaucher neuerdings zu brüten begonnen und sollen im Vordringen nach Norden begriffen sein. Auch die Stare breiten sich dort allmählich aus. Besonders auffallend ist das Besiedeln neuer Gebiete bei solchen Vögeln, welche irgendwo importiert werden, dort gut gedeihen und sich rasch vermehren. Man hat mit einer ganzen Reihe von Vögeln Erfahrungen in dieser Hinsicht gemacht. So sind Vögel aus verschiedenen Tropenländern in andere Tropengebiete eingeführt, und eine Anzahl von europäischen Vögeln ist in Amerika und Australien eingebürgert worden. Ein besonders charakteristisches Beispiel bietet unser gewöhnlicher Haussperling. Derselbe hat z. B. während des vorigen Jahrhunderts innerhalb weniger Jahrzehnte sich fast über den ganzen Kontinent von Nordamerika ausgebreitet, wie das durch die beistehende Karte illustriert wird (Abb. 430). Der Sperling ist in Amerika ebenso zur Landplage geworden, wie Star, Amsel, Grünling und Feldlerche in Neuseeland, wohin sie 1867 importiert wurden. In diesem Land wie in Tasmanien und einzelnen Teilen von Australien begann man bald wieder an die Ausrottung der massenhaft sich vermehrenden Vögel zu denken. Das gleiche gilt für die Mina (Acridotheres tristis), einen indischen Vogel, der sich z. B. in Mauritius ganz eingebürgert hat, in Hawai sehr verhaßt geworden ist. Teils verderben die Tiere mit ihren massenhaften Nestern die Anpflanzungen und Gärten, vor allem vertilgen sie sehr viel Obst und Feldfrüchte z. T. unter Abänderung ihrer Ernährungsinstinkte und werden so zu Schädlingen. Das Charakteristische bei der Ausbreitung solcher Vögel ist, daß sie das neubesiedelte Gebiet nicht nur besuchen, sondern daß sie von ihm dauernd Besitz ergreifen. Sie unterscheiden sich dadurch in auffallender Weise von den Strichvögeln. Dieselben gehen, wie wir oben schon gehört haben, bei ihren Wanderungen nur den Nahrungsvorräten nach. Die Orte, die sie bei der Nahrungssuche erreichen, werden ihnen nicht zur Heimat; sie verlassen sie ebenso leicht wieder, wie sie gekommen sind. Aber auch sie kehren in die Gegend ihres Heimatnestes, aus der sie der Hunger vertrieben hatte, von ihren kurzen Reisen zurück. Das dürfen wir wenigstens nach Beobachtungen an Meisen annehmen. Andere Strichvögel scheinen überhaupt keine dauernde Brutheimat zu haben.

So tritt uns denn der Herbstzug vieler Vogelarten auch in der Gegenwart noch als

Digitized by Google

eine in den Dimensionen stark vergrößerte Form des Streichens entgegen. Beim Aufbruch pflegen sich viele Vogelarten nicht übermäßig zu beeilen; viele fliegen in Etappen, indem sie zwischen größere Flugstrecken Rasten einlegen, die oft Tage, ja, selbst Wochen dauern können. So bleiben viele unserer osteuropäischen Vögel nach den Beobachtungen von Habizl noch wochenlang an der unteren Wolga, ehe sie nach Süden weiterziehen. Dort kommt z. B. der Turmfalk Mitte August an und bleibt bis Mitte September. Die Wildgänse, die Ende September ankommen, verweilen auch einen Monat. Solche Aufenthalte werden an Orten genommen, wo trotz der vorgerückten Jahreszeit noch reichlich Nahrung zu finden ist. Wir haben das früher schon bei einigen Vogelarten besprochen, so z. B. bei dem arktischen Goldregenpfeifer. Dessen Wandermethode hat uns auch gezeigt, daß das Fliegen nach Gegenden mit Nahrungsvorräten die Veranlassung sein kann, welche die Wanderrichtung oft sehr stark von der kürzesten Verbindungslinie zwischen Brutheimat und definitivem Winterquartier ablenkt.

Wir können in unserer eigenen Heimat jeden Winter Zugvögel beobachten, welche aus nordischen Gegenden zu uns kommen; die Nebelkrähen kommen oft im Winter bis weit nach Süddeutschland, wo sie sonst fehlen. In strengen Wintern ziehen aber auch hochnordische Vögel, besonders aus Skandinavien zu uns, es sind das vor allem Krammetsvögel, Rotdrossel, Wachholderdrossel (Turdus pilaris), Misteldrossel (Turdus viscivorus), Seidenschwanz u. a. Sie werden sehr viel in Sprenkeln gefangen und auf den Markt gebracht, daher wird immer sehr viel auf ihre Wanderbewegung geachtet. Solange sie sich bei uns aufhalten, benehmen sie sich vollkommen wie Strichvögel. Sie sind alle hauptsächlich Beerenfresser und fliegen daher von einer Hecke, einem Wäldchen, einer Allee zur andern, solange sie noch Vorrat an Beerenfrüchten finden. Gäste aus dem höchsten Norden sind Lerchenspornammer (Calcarius lapponicus) und Schneeammer (Plectrophanes nivalis). Vor allem die letztere wandert im Winter in ungeheuren Scharen im mittleren Rußland und Sibirien, aber auch in Skandinavien, bei uns, in Schottland und in Kanada südlich der Hudsonsbay ein. Birkenzeisig (Acanthis linaria) und Bergfink (Fringilla montifringilla) nebst einer ganzen Menge von Wat- und Schwimmvögeln treffen im Winter bei uns ein. Nicht alle Wintergäste sind der Art nach Fremdlinge bei uns. Eine ganze Anzahl unserer Standvögel erhalten Zuzug von Artgenossen aus dem hohen Norden, welche dort Zugvögel sind, so z. B. der große Brachvogel (Numenius arcuatus), der Mornellregenpfeifer (Charadrius morinellus) u. a. Ganz entsprechend benehmen sich auch diejenigen Vogelarten, die in manchen Jahren in großen Wanderzügen aus dem Osten, speziell aus Sibirien, zu uns kommen. Alle paar Jahre wandern große Mengen des sibirischen dünnschnäbligen Tannenhähers (Nucifraga caryocatactes macrorhynchus) in unsere Wälder, in denen sie sich meistens in kleinen Trupps umhertreiben. Mehrmals sind auch schon in den letzten Jahrzehnten sehr große Mengen des Steppenhuhnes (Syrrhaptes paradoxus) bei uns von Osten eingewandert. Alle diese Vögel gingen immer bei ihren Wanderungen den Nahrungsvorräten nach, welche unser Land ihnen zu bieten vermochte.

Das ist in besonders klarer Weise bei den gelegentlichen Masseneinwanderungen des Rosenstars (Pastor roseus) zutage getreten, der mehrmals direkt im Gefolge von Heuschreckenschwärmen aus seiner westasiatischen Heimat bis nach Westeuropa vordrang. Genau so verhalten sich unsere Zugvögel im südlichen Winterquartier. Auch sie sind dort Strichvögel und ziehen immer an diejenigen Orte, wo Nahrung in größerer Menge zu finden ist. Selten, und das nur bei bestimmten Arten, halten sie auch im Winterquartier paarweise zusammen, meist bilden sie kleine Trupps, wobei Männchen und

Digitized by Google

Weibchen, alte und junge Tiere durcheinander gemischt sind. So ziehen sie im Lande umher, ohne eine besondere Anhänglichkeit an eine bestimmte Gegend zu zeigen. Wir haben oben schon erwähnt, daß die Störche in großen Gesellschaften in Afrika auf der Nahrungssuche beobachtet worden sind, ebenso hat man im Innern dieses Kontinents Schwärme von Falken, Adlern und Weihen gesehen, welche den Heuschreckenschwärmen von Ort zu Ort folgten.

Noch niemals ist mit Sicherheit einer unserer Vögel im Winterquartier brütend angetroffen worden. Paarung, Nestbau, Eiablage und Brutgeschäft vollziehen sie nur in ihrer eigentlichen Heimat. Wie unsere vorhin erwähnten Wintergäste, so sind auch sie in ihrem tropischen Winterquartier nur Fremdlinge und benehmen sich als solche. Alle Angaben über das Brüten von unseren Zugvögeln in Afrika oder sonstwo im Winterquartier sind bisher unbestätigt geblieben und haben sich meist auf Verwechslung mit nahestehenden und ähnlich aussehenden Vögeln jener Gebiete zurückführen lassen.

Alle diese Tatsachen weisen uns also darauf hin, daß Nahrungsmangel die ursprüngliche Veranlassung zum Herbstzug der Vögel gewesen ist. Allerdings muß zugegeben werden, daß heutzutage Nahrungsmangel nicht die unmittelbare Veranlassung zum Aufbruch unserer Zugvögel sein kann. Viele von ihnen machen sich ja bereits zu einer Zeit auf die Reise, in welcher es bei uns noch einen Überfluß von geeigneter Nahrung für sie gibt. Die Störche, Segler, Pirole, Kuckucke, selbst die Schwalben fliegen zu einer Zeit nach dem Süden, in welcher bei uns vielfach die Entwicklung der Tiere, von welchen sie sich ernähren, auf dem Höhepunkt steht. Wir müssen also annehmen, daß die Tendenz zum herbstlichen Aufbruch bei solchen Tieren auf eine früher erworbene Eigentümlichkeit zurückzuführen ist. In allen neueren Hypothesen über die Entstehung des Vogelzuges spielt die Eiszeit eine Rolle, und es ist kaum zu leugnen, daß eine Periode, in welcher der größte Teil von Nordeuropa unter Eismassen begraben war, auf das Vogelleben den tiefgreifendsten Einfluß gehabt haben muß. In jenen unwirtlichen Gegenden konnten Vögel sehr vieler Arten unmöglich leben, geschweige denn brüten; das vorrückende Eis mußte diese Tiere verdrängen. So mag denn die Zuggewohnheit zunächst mehr die Form des Streichens gehabt haben, indem die Vögel Gegenden aufsuchten, in denen ihnen noch Nahrung zur Verfügung stand. Die Zusammendrängung der ganzen Vogelfauna des Nordens in einem relativ beschränkten Gürtel der Erde mußte die flugfähigeren Arten veranlassen, ihre Reise immer weiter nach Süden, in von anderen Wanderern noch unbesetzte Gebiete auszudehnen. Die Gewohnheit, nach Ablauf einer gewissen Periode die Reise nach Süden anzutreten, muß sich als Instinkt in den Vögeln allmählich ausgebildet haben, in ähnlicher Weise, wie wir auch sonst im Tierreich rhythmische Erscheinungen durch periodisch sich wiederholende Einwirkungen sich ausbilden sehen. Das Sinken der Temperatur im Herbst kann unmöglich als ausschlaggebender Faktor für den Antritt der Herbstreise betrachtet werden. Wir haben ja früher wohl gesehen, daß Wetter und Luftströmungen die Wanderung der Vögel stark beeinflussen; aber viele der früh abreisenden Vögel brechen bei schönstem, warmem Sommerwetter auf. Spätwanderer lassen sich oft durch früh eintretende Kälte nicht vertreiben. Wenn auch im großen und ganzen Wärme im Herbst die Abreise etwas hinausschiebt, Kälte dagegen sie beschleunigt, so gibt doch die Temperatur als solche nicht das Signal zum Aufbruch. Jene Formen, von denen wir früher hörten, daß sie auf Inseln mitten im Ozean brüten, zerstreuen sich nach Ablauf der Brutperiode nach allen Seiten über die weite Fläche des Meeres. Da es sich um Arten handelt, welche die Brutinseln zu allen Zeiten des Jahres aufsuchen, so kann es nicht ein Wechsel der Temperatur sein, der sie vertreibt, wir haben auch keinerlei Anhalts-

Digitized by Google

punkte, die uns zu einer derartigen Annahme berechtigten. In der augenscheinlichsten Weise ist es bei diesen Formen das Nahrungsbedürfnis, welches Alte und Junge nach Ablauf der Brutzeit auf das Meer hinaustreibt.

Bezeichnend für die Richtigkeit der Annahme, daß der Nahrungsmangel und die Gefahren des Winters es sind, welche unsere Zugvögel von hinnen treiben, ist die Tatsache, daß einige Vogelarten unter unseren Augen sich das Wandern abgewöhnen. Unsere Schwarzamsel, vor Mitte des vorigen Jahrhunderts noch allenthalben ein scheuer Vogel, hat sich neuerdings in der Nähe menschlicher Behausungen, in Dörfern und Städten enorm vermehrt. Im Zusammenhang damit hat sich eine Spaltung der Art in zwei Rassen angebahnt. Die „Waldamsel" lebt noch ebenso scheu wie einst die ganze Art einsam im Wald, meidet die Nähe des Menschen und wandert im Herbst nach Süden. Die „Stadtamsel" hat jegliche Angst vor dem Menschen verloren, lebt mitten in seinen Ansiedlungen, wird hie und da gleich dem Sperling zu einer Plage. Sie bleibt auch im Winter bei uns, den Schutz, die Fütterung und Pflege genießend, die ihr die wachsende Zivilisation zuteil werden läßt. So bleibt auch ein Teil unserer Buchfinken, Rotkehlchen, Bachstelzen, z. T. Singdrosseln, Girlitze bei uns, teils unter dem Schutz des Menschen, teils wenn die Gegend natürlicherweise besonders günstige Ernährungsbedingungen bietet.

Wir haben wiederholt zu erwähnen gehabt, daß die Daten, zu welchen die Vögel unseres Landes ins Winterquartier aufbrechen und zu welchen sie zurückkehren, bei den einzelnen Vogelarten sehr verschieden sind. Während Feldlerche, Star, Bachstelze, Kiebitz oft schon in der ersten oder zweiten Woche des Februar in Mitteleuropa eintreffen, sind Mistel- und Wachholderdrossel sowie die Hohltaube erst in der zweiten Februarhälfte zu hören. Die Ringeltaube dagegen erscheint im März und mit ihr gleichzeitig Baumpieper, Steinschmätzer Rohrammer, Girlitz, Stieglitz und Finkenarten. Ihre Ankunft sowie diejenige der Braunellen und Störche zieht sich bis in den April hinein, und dann kommen in der zweiten Aprilhälfte die Schwalben. Im Abstand nach diesen Frühlingsvögeln kommt nun eine Reihe von Spätlingen, die hauptsächlich zu den ausschließlichen Insektenfressern gehören, und von denen manche ein etwas fremdartiges Element in unserer Fauna darstellen. Es sind dies Kuckuck Wiedehopf, Pirol, Turteltaube, Segler, Ziegenmelker, aber auch Grasmücken, Nachtigall, Laubsänger, Würger, Wachtel und Wachtelkönig.

Beim Herbstzug verhalten sich die Vögel fast genau umgekehrt; die Mauersegler und Störche verlassen uns in Mitteleuropa als die ersten, oft schon Anfang August. Für die ostpreußischen Störche ist als Abflugsdatum etwa der 18. bis 20. August festgestellt worden. Kurz darauf wandern Kuckuck, Pirol, Turteltaube, Ziegenmelker, Laubvögel, Würger, Sprosser und Nachtigall, Wachtel und Wachtelkönig. Ende August bis Mitte September sind sie alle verschwunden, dann folgen ihnen Schwalben, Gartenrotschwanz, Ende September die Grasmücken, Baumpieper, Regenpfeifer, Kiebitz, Bachstelzen, Rotkehlchen, Hausrotschwanz, Sperber und Bussarde. Von Mitte Oktober bis Ende dieses Monats folgen Hohl- und Ringeltauben, Schnepfen, Bekassinen und Wildgänse. Bis zum November bleiben der Girlitz und Zitronenzeisig, zu welcher Zeit auch noch manche nordische Vögel, wie Saatkrähen, Wildgänse, Seeadler u. a., bei uns durchziehen.

Man sieht aus dieser allerdings sehr unvollständigen Zusammenstellung, daß vielfach die Vögel, welche zuletzt kommen, wie Segler, Ziegenmelker, Kuckuck, Pirol, Turteltaube und Storch, unser Gebiet auch zuerst wieder verlassen. Man hat dahinter eine Gesetzmäßigkeit besonderer Art gesucht. Einige Autoren nehmen an, das Gros unserer Zugvögel habe Europa schon vor der Eiszeit bewohnt, sei von ihr verdrängt worden und werde jetzt noch jedes

Digitized by Google

Jahr von der winterlichen Eiszeit zu flüchten veranlaßt. Die Anhänglichkeit an die alte Urheimat treibe sie zu möglichst früher Rückkehr, zu möglichst langem Verweilen bei uns. Jene andere Formen aber, die so spät kommen und so früh gehen, seien erst neue Einwanderer in unsere Zonen, die nur als Gäste zur Absolvierung ihres Brutgeschäftes, sozusagen als Sommerfrischler, zu uns kämen. Für diese Annahme spricht bis zu einem gewissen Grade die Tatsache, daß die betreffenden Arten in unserer Fauna ganz vereinzelte Vertreter in den Tropen artenreicher Gruppen sind. Sie haben also wohl ihre Urheimat in den Tropen. Andererseits muß man in Erwägung ziehen, daß zu ihnen ausgesprochene Ernährungsspezialisten gehören, die nur zu bestimmter Zeit die ihnen zusagende Nahrung bei uns finden können. Vielleicht haben sie sich noch nicht an die längeren Sommer der Gegenwart gewöhnt. Für die Lösung des Zugproblems ist die Unterscheidung dieser zwei Gruppen unwesentlich; denn beide folgen in der Gegenwart beim Aufbruch zur Reise denselben Gesetzen. Wichtig dagegen für die Abhängigkeit des Herbstzuges vom Nahrungsmangel ist der Umstand, daß alle Zugvögel sehr individuenreichen Arten angehören.

Ganz anders muß es sich mit den Bedingungen, welche den Frühlingszug auslösen, verhalten. Bei den geschlechtsreifen Tieren ist unzweifelhaft ein enger Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Geschlechtsorgane und der Wanderung nach Norden zu konstatieren. Vielfach haben die Zugvögel, ehe sie zur Rückreise in die Brutheimat aufbrechen, die Frühlingsmauser schon vollendet oder doch wenigstens begonnen; meist befinden sich bei ihnen die Geschlechtsorgane in beginnendem oder vollem Wachstum. Nun vollenden aber nicht alle unsere Vögel ihre Entwicklung bereits im ersten Jahre. Manche größeren Vogelformen kehren nach ihrer ersten Überwinterung in noch nicht geschlechtsreifem Zustande zu uns zurück. So ist es z. B. bekannt, daß die jungen Störche im ersten Jahre sich noch nicht paaren und noch nicht brüten. Vielmehr halten sie sich in kleinen Trupps zusammen, welche auch bei uns ein streichendes Leben führen. Es ist nun sehr interessant, daß diese noch nicht zur Brut fähigen jungen Tiere, soweit sie nicht von dem großen Schwarm mitgerissen, die Wanderung in die Brutheimat zurückgelegt haben, langsam und in vielen Etappen, offenbar unsicher und suchend, die Reise machen. So hat man z. B. junge Störche noch im Mai in Ägypten und Palästina gesehen, und auch bei anderen Vogelarten weisen Beobachtungen auf ähnliche Zusammenhänge hin. Ja manche Formen scheinen in nicht geschlechtsreifem Zustande die Rückreise in die Brutheimat gar nicht zu Ende zu führen, so Strandläufer usw.

Alte wie junge Vögel scheint aber eine merkwürdige Anhänglichkeit an die Brutheimat zu beherrschen. Ein ihnen tief eingepflanzter Trieb zwingt sie zu ihr hin. Es mag ja nicht so wunderbar erscheinen, daß die Vogelarten, deren Brüten auf Laysan wir früher beschrieben haben, in der unendlichen Einöde des Ozeans die wenigen Oasen wiederfinden, welche ihnen das Brutgeschäft durchzuführen erlauben. Die Albatrosse und Fregattvögel und all die anderen, die wir dort brüten sahen, sind ja gewaltige Flieger. Schon während ihres tägliches Lebens legen sie ungeheuere Strecken, die nach Tausenden von Kilometern messen, zurück. Bei diesen Flügen müssen sie ein riesig großes Gebiet mit seinen wenigen markanten geographischen Kennzeichen gut kennen lernen. Wenn nun gar in der Zeit der Fortpflanzung sich ihrer jene merkwürdige Unruhe bemächtigt, die wir als charakteristisches Merkmal dieser Periode bei der Mehrzahl aller Tierarten kennen gelernt haben, so muß die Chance sehr wachsen, daß sie bei ihren Kreuz- und Querzügen in die Nähe ihrer Brutheimat gelangen. Vor einigen Jahren haben amerikanische Ornithologen sehr ergebnisreiche Markierungsversuche mit Wasservögeln gemacht, welche auf den Tortugas, kleinen

Digitized by Google

Inseln, südlich von Florida nisten. 15 schwarze und Tölpelseeschwalben wurden von Dr. Watson von dem Inselchen Bird Key mitgenommen, mit Ringen markiert und in Intervallen auf der Reise nach Norden fliegen gelassen, erst einige in 35 km, dann in immer größeren Abständen, schließlich beim Cap Hatteras in 1400 km Entfernung. 13 von ihnen kehrten nach Bird Key zurück. Da keine der beiden Arten sonst nördlich von den Tortugas vorkommt, so ist nicht anzunehmen, daß eines der Exemplare den Weg schon gekannt habe; wir müssen vielmehr vermuten, daß sie bei Kreuz- und Querflügen allmählich auf bekannte Örtlichkeiten stießen. Die gleiche Tendenz, zur Brutheimat zurückzukehren, finden wir in ausgesprochenster Form bei unseren Störchen. Nicht nur die Alten kehren oft Jahr für Jahr zu ihrem alten Nest zurück; viele Beobachtungen an Störchen, welche durch irgendeine Verletzung oder ein sonstiges Merkmal kenntlich waren, sprechen hierfür. Neuerdings hat man durch Ringmarkierung einwandfrei festgestellt, daß auch die jungen Störche Jahr für Jahr in die unmittelbare Nachbarschaft ihres Brutnestes, in dem sie geboren sind, zurückkehren. Ja selbst bei antarktischen Pinguinen hat man in den letzten Jahren Feststellungen machen können, welche auf entsprechende Zusammenhänge hinweisen. Diese Vögel bauen ja keine Nester, es kann sie also kein Heimatsgefühl mit einem bestimmten Fleckchen Erde verbinden. Und doch haben die Naturforscher der zweiten französischen Südpolarexpedition unter Charcot Pinguine angetroffen und erlegt, welche fast genau an derselben Stelle von der ersten französischen Südpolarexpedition als junge Tiere markiert worden waren.

Der englische Ornithologe Newton hat für diese Anhänglichkeit an die Brutheimat einige sehr interessante historisch beglaubigte Tatsachen zusammengestellt, so z. B., daß ein bekanntes Wanderfalkennest auf dem Avasaxahügel in Finnland vom Jahr 1736 bis 1855 besetzt war. Ein Blaumeisennest in einem Tonkrug in einem Garten in Oxbridge in England war von 1779 bis 1888 alle Jahre von einem Brutpärchen bewohnt, wobei offenbar immer entweder eines der Eltern oder eines der Kinder die Kontinuität gewahrt hatte.

Die Anhänglichkeit an die Brutheimat hat sich für manche Vogelarten schon als verhängnisvoll erwiesen. Manche Vogelarten haben ein geographisch eng umgrenztes Wohngebiet. Das gilt natürlich besonders von den flugunfähigen Vögeln. Die flugloſen Riesenvögel von Neuseeland (Dinornis) und Madagaskar (Aepyornis), die Dronte von Réunion sind längst ausgestorben bzw. vom Menschen vernichtet. So ist auch der Riesenalk (Alca impennis), jener seltsame Vogel, der noch im Anfang des 19. Jahrhunderts auf den Faröerinseln in großen Mengen vorkam, seit dem Jahr 1833 dort vollkommen ausgerottet. Manche Arten, die unter ähnlichen Umständen leben, verdanken ihre Erhaltung bis auf den heutigen Tag nur dem Umstand, daß die von ihnen bewohnten Inseln so weit abseits vom menschlichen Verkehr liegen, so z. B. die flugloſe Ralle von Laysan, die wir oben S. 534 erwähnten, oder der seltsame flugloſe Kormoran (Phalacrocorax (Nannopterum) harrisi Rothsch.) der Galapagosinseln. Aber auch gut fliegende Vögel haben oft ein beschränktes Brutgebiet, von dem sie trotz aller Gefährdung nicht ablassen. Die Labradorente (Camptolaemus labradorius) war ehemals im östlichen Nordamerika kein seltener Vogel. Wenn sie auf dem Zug durchkam, erschien sie noch in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in großen Mengen auf dem Geflügelmarkt in Neuyork. Seither ist sie gänzlich verschwunden, und trotz hoher ausgesetzter Preise und eigens unternommener Expeditionen kein Exemplar mehr bekannt geworden. Es wird vermutet, daß sie nur auf einer kleinen Insel der Hudsonbai brütete, wo sie wohl einmal im Brutgeschäft von einem Eskimostamm entdeckt und ausgerottet wurde. Eine ähnliche Gefahr kann einmal der Rosen-

Digitized by Google

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1. Ein Hund, der sich kratzt. Fig. 2. Ein Hund, der sich schüttelt. Fig. 3. Ein Hund, der sich streckt.

Wenn wir nun einen Hund zeichnen wollen, der sich kratzt, so müssen wir ihn zuerst in der Stellung zeichnen, wie er sich kratzt, und dann die Linien, die wir dazu gebrauchen, wieder ausradiren. Wir haben also zuerst einen Hund, der sich kratzt, und dann einen, der sich schüttelt, und dann einen, der sich streckt. Wenn wir nun diese drei Hunde zeichnen, so haben wir einen Hund, der sich kratzt, einen, der sich schüttelt, und

Zugvögel unter entsprechenden Umständen handeln. Sie brauchen also ihre Augen zur Orientierung. Von größter Bedeutung ist ferner ihr vorzügliches Ortsgedächtnis. Wir haben schon wiederholt Beweise für das ausgezeichnete Gedächtnis der Vögel für auf sinnlichen Eindrücken beruhende Erfahrungen angeführt. Die Brieftaubendressur ist ein sehr eindrucksvoller Beweis für die Wirkung des Ortsgedächtnisses auf den Flug der Vögel nach einem bestimmten Ziel. Man züchtet Brieftauben, indem man immer wieder Individuen zur Zucht auswählt, welche sich durch Schnelligkeit des Flugs und Sicherheit der Orientierung auszeichnen. Zur speziellen Leistung wird jedes einzelne Tier dressiert, indem man es in Etappen immer weiter von seinem Heimatstall auffliegen läßt. Man bringt es zuerst in eine Entfernung von wenigen Kilometern vom Stall und läßt es heimfliegen; dann steigert man die Entfernung und schließlich fliegt eine solche Taube von Hamburg nach München, von Chicago nach Neuyork usw. Dabei haben die Taubenzüchter immer mit großen Verlusten zu rechnen; denn nicht alle Tauben sind von der gleichen Sicherheit im Auffinden des Heimwegs. Viele gehen unterwegs zugrunde oder geraten in einen fremden Schlag; sie werden von Raubvögeln gefangen, verhungern, verdursten, verirren sich. Vielleicht dürfen wir auch mit der Annahme S. Exners rechnen, welcher auf Grund der Erfahrungen mit Brieftauben schloß, daß unbewußte Erinnerungen an durch das statische Organ, das Labyrinth, aufgenommene Bewegungseindrücke im Gehirn gespeichert werden. Auf geeignete Reize können diese Erinnerungen sozusagen zu einer Abwicklung der Bewegungen in umgekehrter Reihenfolge und damit bei nicht allzugroßen Distanzen zu automatischer Rückkehr zum Abflugsort führen.

Sicher spielt das Orientierungsvermögen und das Ortsgedächtnis beim Zug der Vögel eine wesentliche Rolle Die alten Vögel reisen schneller und auf direkteren Wegen als die jungen. Erfahrene Individuen werden den übrigen Zuggenossen als Führer dienen. Die Geselligkeit so vieler Zugvögel gibt ihnen einen großen Vorteil vor den allein fliegenden Brieftauben. Viele Augen sehen mehr als zwei, und viele Gehirne mögen die zahlreichen Gedächtniseindrücke der langen Reise besser aufzuzeichnen als eines.

Es scheint, daß bei vielen Vögeln alte und junge Tiere gemeinsam die große Reise antreten, so daß die alten, erfahrenen, kenntnisreichen Individuen die Führung übernehmen können. Sehr gute Beobachter, wie Eagle Clark, haben festgestellt, daß z. B. bei den Schwalben stets einige alte Tiere die großen Flüge der jungen begleiten. Dafür spricht auch folgende Tatsache: Im Jahre 1905 war in Deutschland infolge der sehr schlechten Witterung des August und September die zweite Schwalbenbrut sehr verspätet. Als die alten Schwalben mit den Jungen der ersten Brut nach dem Süden abflogen, waren jene der zweiten Brut noch nicht so kräftig und fluggewandt, um mit zu fliegen. Sie irrten gleichsam als Strichvögel z. B. im Rheintal noch Mitte November umher, traten die große Reise nicht an und kamen alle um. Nach Heinroth ziehen junge Graugänse, deren Eltern die Flügel gestutzt bekamen, im Herbst nicht fort, sondern bleiben nach unruhigen Flügen den Winter über bei jenen auf dem Teich. Aber ebenso gute Beobachter geben an, daß bei sehr vielen Zugvögeln die jungen Tiere früher wandern als die alten, und zwar allein, ohne Führer. Die jungen Kuckucke und rotrückigen Würger sollen ihren Weg nach Afrika ganz allein finden. Es sollen gerade die ältesten Tiere, die alten, ausgefärbten Männchen, viel später wandern als alle anderen Angehörigen der Art. Umgekehrt kommen z. B. bei den Singvögeln die Männchen im Brutgebiet regelmäßig ein paar Tage vor den Weibchen an. Es ist dies wohl sehr schwer festzustellen, aber wir können es zunächst annehmen.

Denn ohnehin reichen die bisher angeführten Erklärungsgründe wohl kaum hin, um

Digitized by Google

das Problem des Vogelzugs vollkommen zu klären. Wohl dürfen wir annehmen, daß Nahrungssuche den Herbstzug veranlaßt, daß nahrungsreiche Gegenden seine Richtung beeinflussen, daß besonders in den höheren Regionen herrschende Windrichtungen ihn beschleunigen und die Vögel ihrem Ziel entgegenführen; auch dürfen wir vermuten, daß periodisch der Trieb, der Instinkt zur Reise sich einstellt. Dies bestätigt uns schon die Unruhe, welche sich zur Zugzeit der Käfigvögel bemächtigt, wenn sie Zugvögel sind. Ferner sind wir zu der Annahme berechtigt, daß beim Frühjahrszug die Entwicklung der Geschlechtsorgane das erste Signal zur Aufbruchsbereitschaft gibt. Orientierungsgabe und Gedächtnis leiten die Vögel auf beiden Wegen, besonders auf dem Rückweg, wenn sie in die Nachbarschaft der Heimat gelangen. Auch beim Heimweg helfen ihnen günstige Winde.

Aber all dies genügt wohl kaum, um die Sicherheit zu erklären, mit der die Vögel die richtige Richtung einschlagen und sie dauernd beibehalten. Vielleicht verhalten sich die einzelnen Vogelarten verschieden, indem diejenigen, bei welchen die Jungen ohne Führer fliegen, den Weg mehr in Etappen zurücklegen und so von einer Futterbasis zur anderen gelangen, während die Arten mit langem, ununterbrochenem Dauerflug die Führerschaft alter erfahrener Vögel nicht entbehren können. Darauf weist die Tatsache hin, daß die jungen Vögel viel unsicherer und vielfach auf Umwegen reisen; ferner fliegen bei Arten, deren Hauptroute eine starke Abkürzung des Gesamtweges darstellt, nicht alle Individuen auf der kürzesten Route.

Vielleicht müssen wir uns beim Versuch einer Erklärung des Vogelzugs auch an die Wanderungen der anderen Tierarten erinnern. Wir sehen, daß deren bestimmt gerichtete Wanderungen vielfach nicht auf Sinneswahrnehmungen in Gemeinschaft mit Ortsgedächtnis beruhen können. Die Wanderungen der wirbellosen Meerestiere, der Insekten sind meist keine Wiederholung eines schon einmal zurückgelegten Wegs. Chemische und physikalische Besonderheiten des Mediums lenken da die Tiere zwangsweise auf den richtigen Weg. Ähnliches müssen wir bei den Fischen annehmen. Temperatur oder Salzgehalt des Wassers dirigieren die Aale und ihre Larven, die Schollen, Heringe, Lachse auf ihrer Fahrt. Zwar kommen bei diesen höheren Tieren noch Wahrnehmungen und Ortsgedächtnis als weitere Hilfsmittel bei den Einzelvorgängen der Wanderung in Betracht. Das ist bei den Vögeln in noch beträchtlicherem Maß der Fall. Aber dem ganzen Wanderphänomen scheint doch ein zwingender Einfluß von der Art der Tropismen zugrunde zu liegen, ein Zwang, der ohne Mitwirkung höherer psychischer Funktionen die Tiere in einer bestimmten Richtung, einem bestimmten Potentialgefälle entsprechend, zu wandern veranlaßt. Alle neueren Erfahrungen sprechen dafür, daß die barometrischen Maxima und Minima in einem wichtigen Zusammenhang mit den Erscheinungen des Vogelzugs stehen. Vorstöße der Maxima im Herbst von Norden und Nordosten gegen Mittel- und Südeuropa beeinflussen die Flugrichtung unserer Vögel beim Flug in die Tropen; umgekehrt bewegen sich die Maxima im Frühling vom Atlantischen Ozean und über das Mittelmeer auf denselben Wegen, welche auch die Vögel fliegen. Weitere exakte Beobachtungen werden sicherlich die Rätsel des Vogelzugs auf uns schon bekannte Faktoren zurückführen; deren Kombination ist das wunderbare, den Menschengeist auf äußerste fesselnde am Problem des Vogelzugs.

Digitized by Google

C. Verbeek: Krakatau. Batavia 1885.

Der Verfasser, welcher als Mitglied der Niederländischen Commission zur Untersuchung des Krakatau-Ausbruches an Ort und Stelle war, hat in dem vorliegenden Werke eine ausführliche Darstellung der Ereignisse gegeben, welche sich während und nach dem Ausbruche abspielten. Ein Theil des Werkes ist der Geschichte der Insel Krakatau gewidmet, ein anderer Theil der Beschreibung der Ausbruchserscheinungen, ein dritter Theil der Beschreibung der Wirkungen des Ausbruches. Ein Anhang enthält Berichte über die Untersuchungen, welche von Mitgliedern der Commission angestellt wurden.

Fig. 1. Krakatau vor dem Ausbruche. Fig. 2. Krakatau nach dem Ausbruche.

Die Geschichte der Insel Krakatau ist nur kurz, da sie erst seit 1680 bekannt ist. Damals war sie ein Vulkan, der sich 2000 Fuß über das Meer erhob. Im Jahre 1883 bestand sie aus drei Theilen, dem Rakata, dem Danan und dem Poolsche Hoed. Der Rakata war ein Kegel, dessen Gipfel 2623 Fuß hoch war. Der Danan war ein Kegel, dessen Gipfel 1484 Fuß hoch war. Der Poolsche Hoed war ein Kegel, dessen Gipfel 1000 Fuß hoch war. Die drei Theile waren durch eine Ebene verbunden, welche 100 Fuß hoch war. Die Insel hatte eine Länge von 6 Meilen und eine Breite von 3 Meilen. Sie war mit dichtem Urwald bedeckt. Die Bevölkerung betrug 1000 Menschen. Sie lebten von Fischfang und Ackerbau. Sie hatten keine Schiffe. Sie hatten keine Waffen. Sie hatten keine Religion. Sie hatten keine Sprache. Sie hatten keine Schrift. Sie hatten keine Geschichte. Sie hatten keine Zukunft.

Fig. 167. Kern einer Zelle aus dem Vegetationspunkt von Vicia Faba. Nach Strasburger.

Kernkörperchen, K Kernfäden, M Mutterstern, T Tochterstern

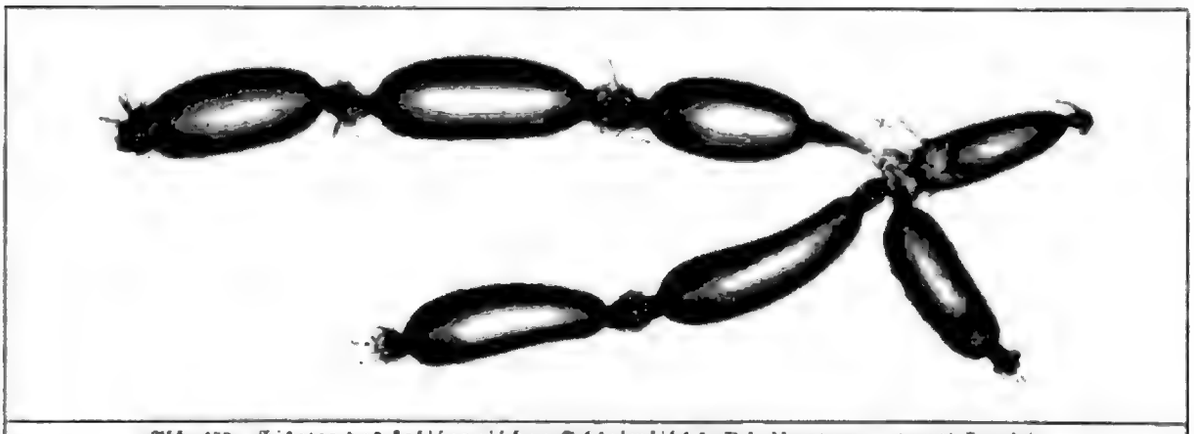


Abb. 439. Eikette des kalifornischen Schleimfischs (Bdellostoma stouti Lock.). Verk. 1/2. Orig. nach der Natur.

Insulten beschützen und es zum Teil auch vor Austrocknung bewahren. Solche Schalenbildungen kommen hauptsächlich bei Tieren mit innerer Befruchtung vor. Daher sind die Schalen entweder wie bei den Insekten mit einer Durchtrittsöffnung für den Samen, der sogenannten Mikropyle, versehen, oder die Befruchtung findet vor der Abscheidung der Eischale statt, wie bei den Haien und Vögeln. Die Eischalen sind oft sehr hart und fest und können durch Stachelbildung für besondere Zwecke geeignet sein. So finden wir bei den Eiern des Wurmes Mermis und bei den Eiern der Rädertierchen, auch bei pelagischen Fischeiern (Abb. 434) merkwürdige faden- oder dornenartige Fortsätze, die entweder dazu dienen mögen, die Eier im Wasser schwebend zu verbreiten oder ihr Festhaften an anderen Tieren ermöglichen. Solche Haftvorrichtungen befinden sich z. B. auch an den hartschaligen Eiern der Schleimfische Myxine und Bdellostoma (Abb. 439). Hier dienen sie dazu, die Eier in Ketten zu vereinigen und in einem Klumpen zusammenzuhalten. Fortsätze an der Eischale der Insekteneier mögen oft ähnlichen Zwecken dienen. Wir werden durch sie oft an die Fortsätze erinnert, welche sich in der Hülle der Gemmulae von Süßwasserschwämmen oder der Statoblasten von Moostierchen finden. Vor allen Dingen ist aber die Hülle des Eies ein Schutzmittel, und so läßt außer Härte, Festigkeit und Stachelbildung auch die Färbung der Eier bzw. ihrer Schalen oft auf eine biologische Bedeutung schließen. Wir haben auf Seite 383 bereits die Färbung mancher Insekten- und Vogeleier und ihre Bedeutung als Schutzanpassung besprochen.

Einen ebenso wirksamen Schutz wie die festen Schalen bieten übrigens die Gallerthüllen, welche bei vielen Eiern von Würmern, Weichtieren, Insekten, Fischen und Amphibien vorkommen. Sie halten nicht nur viele Tiere vom Angriff auf die Eier ab, sondern bewahren dieselben auch vor Austrocknung. Die Gallerten dienen oft dazu, die Eier an bestimmten Unterlagen festzuhalten oder ihnen Schwebfähigkeit zu verleihen, so daß sie bei Wassertieren in bestimmten Horizonten des Wassers dauernd treiben können.

Schützende Hüllen umgeben vielfach nicht jedes einzelne Ei für sich, sondern oft wird eine größere Anzahl von Eiern in eine einheitliche Hülle eingeschlossen, welche ihnen allen gleichzeitig Schutz vor mechanischen Beschädigungen, Austrocknung usw. gewährt. So entstehen Eierschnüre, Eipakete und vor allem Eierkokons. Sie kommen oft bei den nächsten Verwandten von Tieren vor, welche ihre Eier einzeln legen; so gibt es Trichopteren (Abb. 436), Libellen (Abb. 437) und Chironomiden, welche ihre Eier in eigenartig geformten, gallertumhüllten Paketen ablegen. Viele Schnecken produzieren Laichbänder oder, wie viele marine Formen Eikapseln, von oft seltsamer Gestalt, deren jede mehrere Eier ein-

Digitized by Google

Fig. 3.1. Lucy's ankle bones (talus) are shown in the middle row. The left bone is from a chimpanzee, the right bone from a human. Lucy's bone is more similar to the human bone than to the chimpanzee bone. The bones in the top row are from the side of the foot, and the bones in the bottom row are from the bottom of the foot. Lucy's bones are from the left foot, and the chimpanzee and human bones are from the right foot. Lucy's bones are reversed to facilitate comparison. (Drawing by Jack Prostak.)

Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Fig. 5. Fig. 6.

Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.

Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.

Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21.

Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21.

Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24.

Körper zum Schutz der Eier bzw. der sich entwickelnden Nachkommenschaft umgebildet. Wie die gewöhnlichen vegetativen Polypen so sind auch die Geschlechtsindividuen, die Gonophoren, vielfach durch besondere Schutzhüllen gesichert. Am auffallendsten werden solche Hüllbildungen, wenn sie nicht nur ein Geschlechtsindividuum, sondern deren eine größere Anzahl einschließen; das ist der Fall bei den „Corbulae" der Aglaopheniden. Ein solches „Körbchen" besteht aus einer Reihe von blattförmigen Rippen, welche von einem Ast des Hydroidenstöckchens entspringen, sich nach oben über die Geschlechtsindividuen klappen und entweder seitlich voneinander getrennt bleiben (offene Corbulae Abb. 443 A) oder miteinander verwachsen (geschlossene Corbulae Abb. 443 B); die Ränder der einzelnen Rippen sind mit je zwei Reihen von Nematophoren besetzt, jenen schon früher von uns erwähnten Wehreinrichtungen der Polypenstöcke.

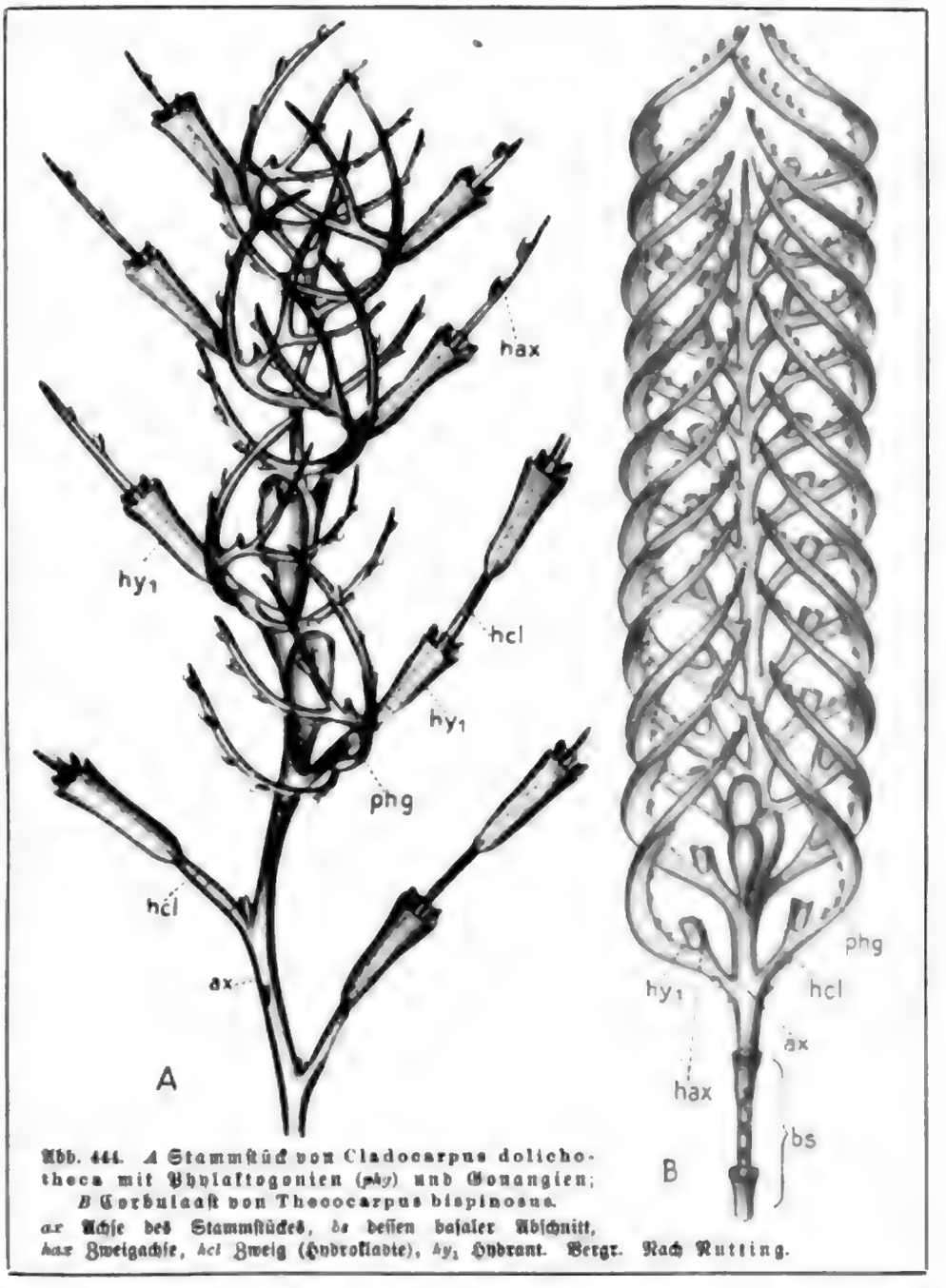


Abb. 444. *A* Stammstück von Cladocarpus dolichotheca mit Phylaktogonien (*phy*) und Gonangien; *B* Corbulaast von Thecocarpus bispinosus. *ax* Achse des Stammstückes, *bs* dessen basaler Abschnitt, *hax* Zweigachse, *hcl* Zweig (Hydrokladie), *hy*$_1$ Hydrant. Vergr. Nach Nutting.

Mit Nematophoren besetzte Ästchen (Phylaktogonien) stehen oft als Schutzwehr neben den die Geschlechtsindividuen einschließenden Gonangien der Plumulariden, so bei Calvinia mirabilis Abb. 443 C. Ja bei manchen Formen bilden solche Nematophorenträger ein schützendes Gitter um die Gonangien (vgl. Cladocarpus dolichothera Abb. 444 A), welches in seinem regelmäßigen Aufbau, wie bei Thecocarpus bispinosus Abb. 444 B sich geradezu im Bau schon einer Aglaopheniencorbula nähert.

Bei manchen Hydroidpolypen sind die Gonangien an bestimmten Stellen des Stockes

Digitized by Google

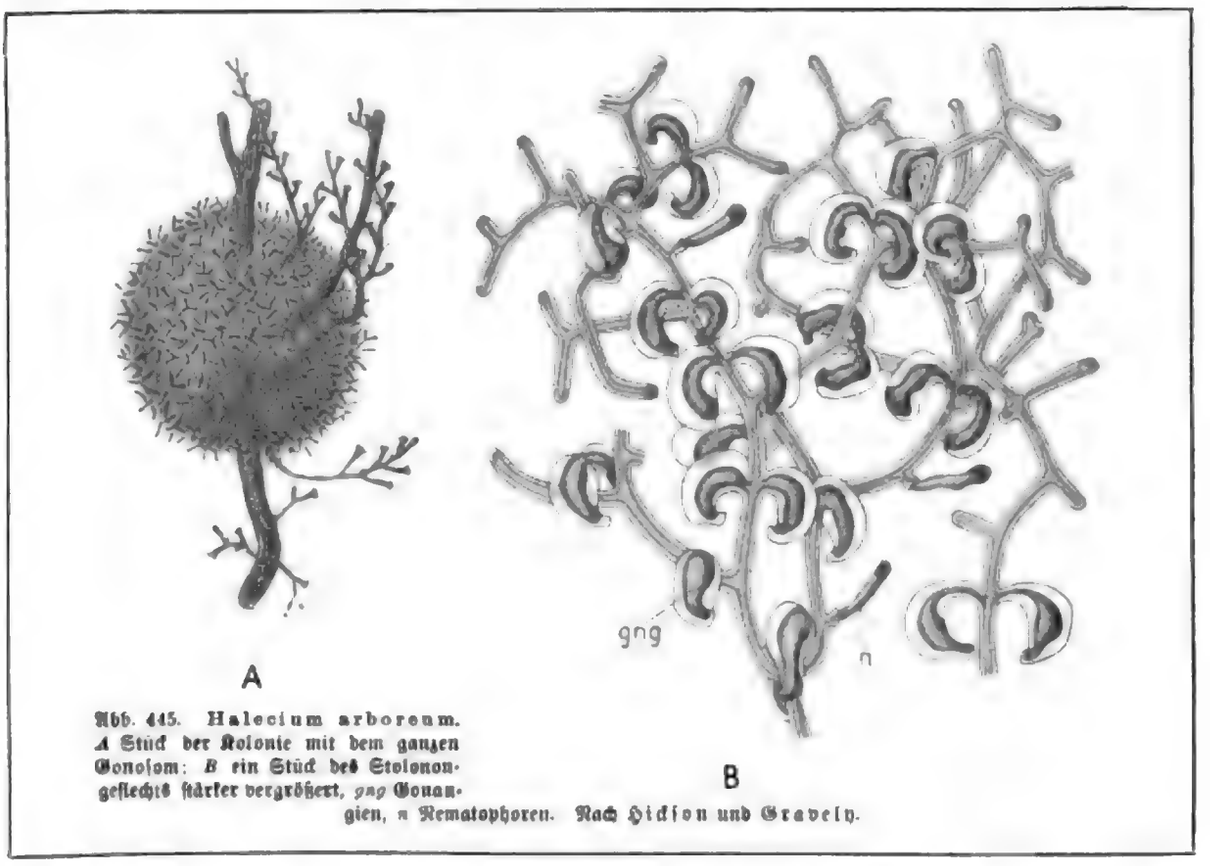


Abb. 445. Halecium arboreum. *A* Stück der Kolonie mit dem ganzen Gonosom; *B* ein Stück des Stolonongeflechts stärker vergrößert, *gng* Gonangien, *n* Nematophoren. Nach Hickson und Gravely.

zu Gonangienständen zusammengedrängt. Diese sind in manchen Fällen von einem Gewirre von „Schutzsprossen" umhüllt. Bei Halecium arboreum (Abb. 445 A und B) bilden die reichlich sich verästelnden Sprosse des Gonangienstandes, welche selbst Gonangien und Nematophoren tragen, einen eigentümlichen kugligen oder ovalen Körper, der geradezu an eine Rosengalle erinnert. Bei den Lafoëiden stehen in einem Gonangienstand viele tubenförmige Gonangien beider Geschlechter wie Palissaden dicht nebeneinander, während zwischen ihnen lange, schlauchförmige Wehrpolypen hervorragen, welche über dem ganzen Gonangienstand eine schützende Umhüllung bilden (Abb. 446).

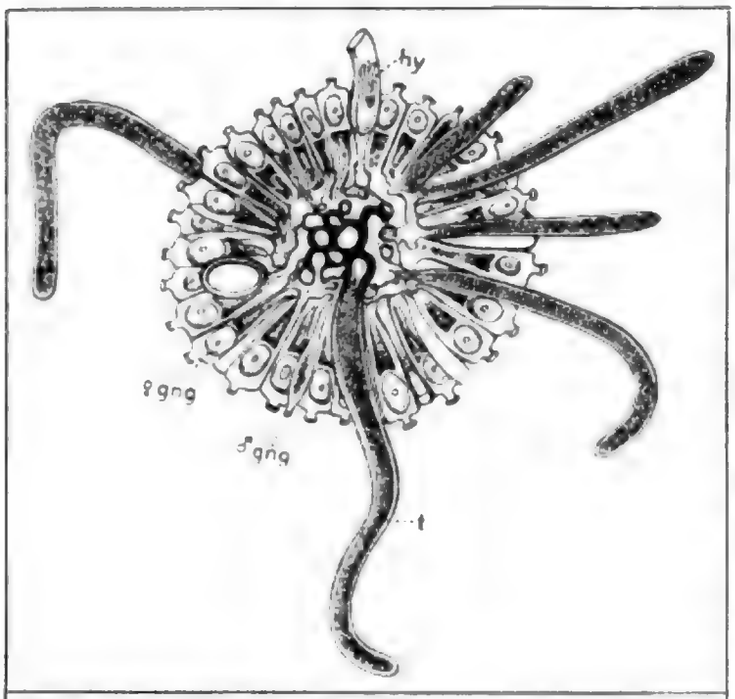


Abb. 446. Querschnitt durch den Gonangienstand von Lafoea dumosa. *hy* gewöhnlicher Polyp, *t* Wehrpolyp, ♀ *gng* weibliche, ♂ *gng* männliche Gonangien. Stark vergr. Nach Rutting.

In einer ganz andern Weise ist bei einer Myriothela (M. phrygia) für die gesicherte Entwicklung der Eier Sorge getragen. Die Myriothelen sind eigenartige, in der äußeren Erscheinung fast an Lederkorallen erinnernde Polypen. Sie tragen in einer gürtelförmigen Region zwei verschiedene Umbildungsformen von Polypenindivi-

Digitized by Google

Abb. 766. Schwarz-Weiß-Druck. Nach einer Photographie von Dr. Paul Wolf, Frankfurt a. M.

Abb. 767. Schwarz-Weiß-Druck. Nach einer Photographie von Dr. Paul Wolf, Frankfurt a. M.

Abb. 766 und 767. Schwarz-Weiß-Drucke. Nach Photographien von Dr. Paul Wolf, Frankfurt a. M. Die Photographien sind mit Hilfe des Ultramikroskops aufgenommen. Sie stellen Kolloidteilchen dar, die in Gelatine eingebettet sind. Die Teilchen sind so klein, daß sie mit dem gewöhnlichen Mikroskop nicht mehr sichtbar sind. Sie erscheinen im Ultramikroskop als leuchtende Punkte auf dunklem Grunde. Die Größe der Teilchen beträgt etwa 0,0001 mm. Abb. 766 ist mit Hilfe des Spektralapparates aufgenommen, Abb. 767 mit Hilfe des Spaltultramikroskops.

Ships and the Sea

Ships have been used for transport and war for thousands of years. Ancient Egyptian ships sailed the Nile and the Mediterranean Sea. Viking ships crossed the stormy North Atlantic Ocean. Modern ships are made of steel and powered by engines. Some ships carry passengers, while others carry cargo such as oil, grain, or containers. Navies use ships to protect their countries and to fight battles at sea.

Ships float because of the way their weight is spread out. A heavy object will sink if it is solid, but a ship is hollow inside, so it displaces a large amount of water. The water pushes up on the ship with a force called buoyancy. As long as the buoyancy is greater than the ship's weight, the ship will float. Adding cargo makes the ship heavier, so it sits lower in the water.

Ships and the Sea

Ships have been used for transport and war for thousands of years. Ancient Egyptian ships sailed the Nile and the Mediterranean Sea. Viking ships crossed the stormy North Atlantic Ocean. Modern ships are made of steel and powered by engines. Some ships carry passengers, while others carry cargo such as oil, grain, or containers. Navies use ships to protect their countries and to fight battles at sea.

Ships float because of the way their weight is spread out. A heavy object will sink if it is solid, but a ship is hollow inside, so it displaces a large amount of water. The water pushes up on the ship with a force called buoyancy. As long as the buoyancy is greater than the ship's weight, the ship will float. Adding cargo makes the ship heavier, so it sits lower in the water.

Ships and the Sea

Ships have been used for transport and war for thousands of years. Ancient Egyptian ships sailed the Nile and the Mediterranean Sea. Viking ships crossed the stormy North Atlantic Ocean. Modern ships are made of steel and powered by engines. Some ships carry passengers, while others carry cargo such as oil, grain, or containers. Navies use ships to protect their countries and to fight battles at sea.

Ships float because of the way their weight is spread out. A heavy object will sink if it is solid, but a ship is hollow inside, so it displaces a large amount of water. The water pushes up on the ship with a force called buoyancy. As long as the buoyancy is greater than the ship's weight, the ship will float. Adding cargo makes the ship heavier, so it sits lower in the water.

Aldous Huxley, by Bassano, 1927. Reproduced by permission of the National Portrait Gallery, London.

Aldous Huxley, by Bassano, 1927. Reproduced by permission of the National Portrait Gallery, London.

Aldous Huxley, by Bassano, 1927. Reproduced by permission of the National Portrait Gallery, London.

Aldous Huxley, by Bassano, 1927. Reproduced by permission of the National Portrait Gallery, London.

Aldous Huxley, by Bassano, 1927. Reproduced by permission of the National Portrait Gallery, London.

Aldous Huxley, by Bassano, 1927. Reproduced by permission of the National Portrait Gallery, London.

Aldous Huxley, by Bassano, 1927. Reproduced by permission of the National Portrait Gallery, London.

Fig. 1. Ansicht des Kastens.

Kasten, der in Fig. 1 abgebildet ist, ist 30 cm lang, 20 cm breit und 15 cm hoch. Er besteht aus Holz und ist mit Glasplatten verschlossen. Die Vorderwand ist in der Mitte durch eine Glasplatte geteilt, die sich in einer Nut verschieben läßt. Durch diese Einrichtung kann man den Kasten in zwei Abteilungen teilen, die man nach Belieben verkleinern oder vergrößern kann. Die Rückwand ist mit einer Schiebetür versehen, durch die man die Tiere füttern kann. Der Boden ist mit einer Schicht Sand bedeckt, in die man Steine, Moos und Pflanzen einsetzt. Ein kleines Gefäß mit Wasser darf nicht fehlen.

Die Tiere, die man in einem solchen Kasten halten kann, sind Eidechsen, Frösche, Kröten, Molche und Schlangen. Man kann auch Spinnen und Skorpione halten, doch sind diese Tiere für Anfänger nicht zu empfehlen. Die Eidechsen sind die beliebtesten Tiere, weil sie sehr zutraulich werden und leicht zu füttern sind. Sie fressen Mehlwürmer, Heuschrecken und kleine Schnecken. Die Frösche und Kröten fressen ebenfalls Insekten, aber sie nehmen auch Regenwürmer an. Die Molche sind nachtaktiv und müssen deshalb in einem dunklen Kasten gehalten werden. Die Schlangen sind die schwierigsten Tiere, weil sie sehr empfindlich sind und oft nicht fressen wollen.

Beim Einsetzen der Tiere ist darauf zu achten, daß man nicht zu viele Tiere in einen Kasten setzt. Eine Eidechse braucht mindestens 5 Liter Raum, ein Frosch 3 Liter. Man darf auch nicht verschiedene Arten zusammensetzen, weil sie sich gegenseitig fressen oder beißen können. Die Tiere müssen regelmäßig gefüttert werden, aber nicht zu oft. Einmal in der Woche genügt für die meisten Arten.

einem Pflanzenteil unterbringt, der nicht direkt den jungen Tieren zur Nahrung dient, also z. B. wenn der Weidenbohrer oder wenn Bockkäfer ihre Eier in Risse der Rinde ablegen. Immerhin sind die Tiere in unmittelbarer Nachbarschaft und in einer Substanz untergebracht, von der sie sich zu ernähren vermögen. Die Libelleneier dagegen, welche in Binsen oder andern Wasserpflanzen eingebohrt werden, lassen aus sich Larven hervorgehen, welche von vornherein auf räuberische Ernährung angewiesen sind (Abb. 453).

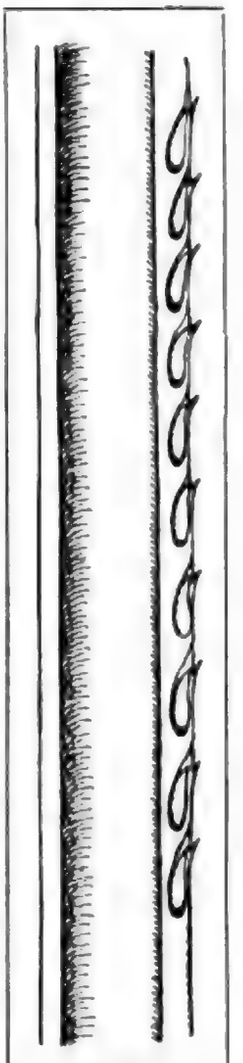


Abb. 453. Blütenstengel von Alisma plantago durchgeschnitten. An der rechten Seite die Eier der Libelle Lestes dryas ins Pflanzengewebe eingestochen. Vergr. 5 mal. Nach Wesenberg-Lund.

Eine gewisse körperliche Arbeit hatten die schon vorhin erwähnten Schnecken und Heuschrecken zu leisten, wenn sie ihre Eier in der Erde verbargen. Solche Tätigkeiten finden wir viel häufiger bei höheren Tieren. So haben viele Fische die Gewohnheit, ihre am Boden der Gewässer abgelegten Eier mit Sand und Kies zuzudecken. Wir haben das schon bei den Forellen und Lachsen (S. 472) erwähnt; die gleiche Gewohnheit findet sich bei vielen Fischen des Süßwassers und Meeres. Auch manche Froschlurche verbergen ihre Eier im Wasser oder am Land in zum Teil selbst gegrabenen Erdhöhlen. Weit verbreitet ist bei den Reptilien die Gewohnheit, die Eier in Sand oder Erde zu vergraben. Unsere einheimischen Eidechsen sind ein Beispiel für diese Gewohnheit. Sie legen ihre Eier meist an einen sonnigen Platz ab und bedecken sie mit einer ganz dünnen Schicht von Erde oder Sand. Ähnlich machen es viele Eidechsenarten in allen Teilen der Welt, viele Schlangen, die meisten Schildkröten und die Krokodile. Emys orbicularis, unsere gemeine europäische Teichschildkröte, soll mit dem Schwanz das Loch für ihr Nest an einer Stelle graben, welche sie vorher mit Wasser angefeuchtet hat. Von der Tuatara (Hatteria punctata) von Neuseeland berichtet Thilenius, daß sie ihr Gelege in Erdhöhlen ablegt, zu denen ein 40 cm langer Gang führt. Die Höhle selbst wird mit Erde und Grashalmen zugestopft. Wir werden später noch darauf zu sprechen kommen, daß für in dieser Weise untergebrachte Reptilieneier die von der Sonne oder sonstwie gelieferte Brutwärme von Wichtigkeit ist.

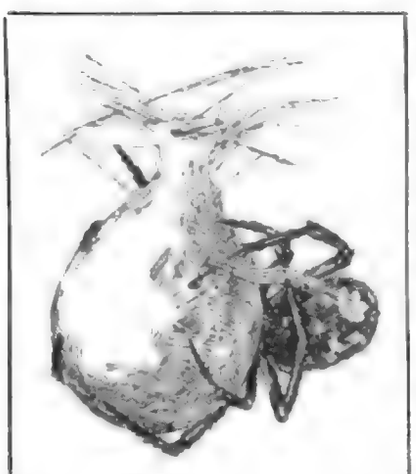


Abb. 454. Argiope cophinaria beim Spinnen des Eierkokons. Vergr. 1½ mal. Nach Mc. Cook.

In all den genannten Fällen wühlt das Muttertier ein Loch in den Boden und bedeckt nachträglich die Eier mit Erde. Bei den Fischen sind es oft die Männchen, welche diese Tätigkeit übernehmen, indem sie mit Schwanzschlägen eine flache Grube im Sand des Bodens ausschaufeln, um dann ebenfalls mit Schwanzschlägen den Sand oder Kies über die Eier zu wirbeln. Wie wichtig ein solches Verbergen der Eier bei den Fischen gerade ist, das zeigt die Beobachtung, daß die Fische selbst mit Gier auf allen erreichbaren Laich aus sind, wobei sie denjenigen der eigenen Art, ja sogar vielfach ihren eigenen nicht schonen.

Als Schutz und Versteck für die Eier dienen häufig Drüsenprodukte des Muttertieres. So sehen wir die Eierpakete der Spinnen vielfach in dichte Hüllen von Seidengespinst ein-

Digitized by Google

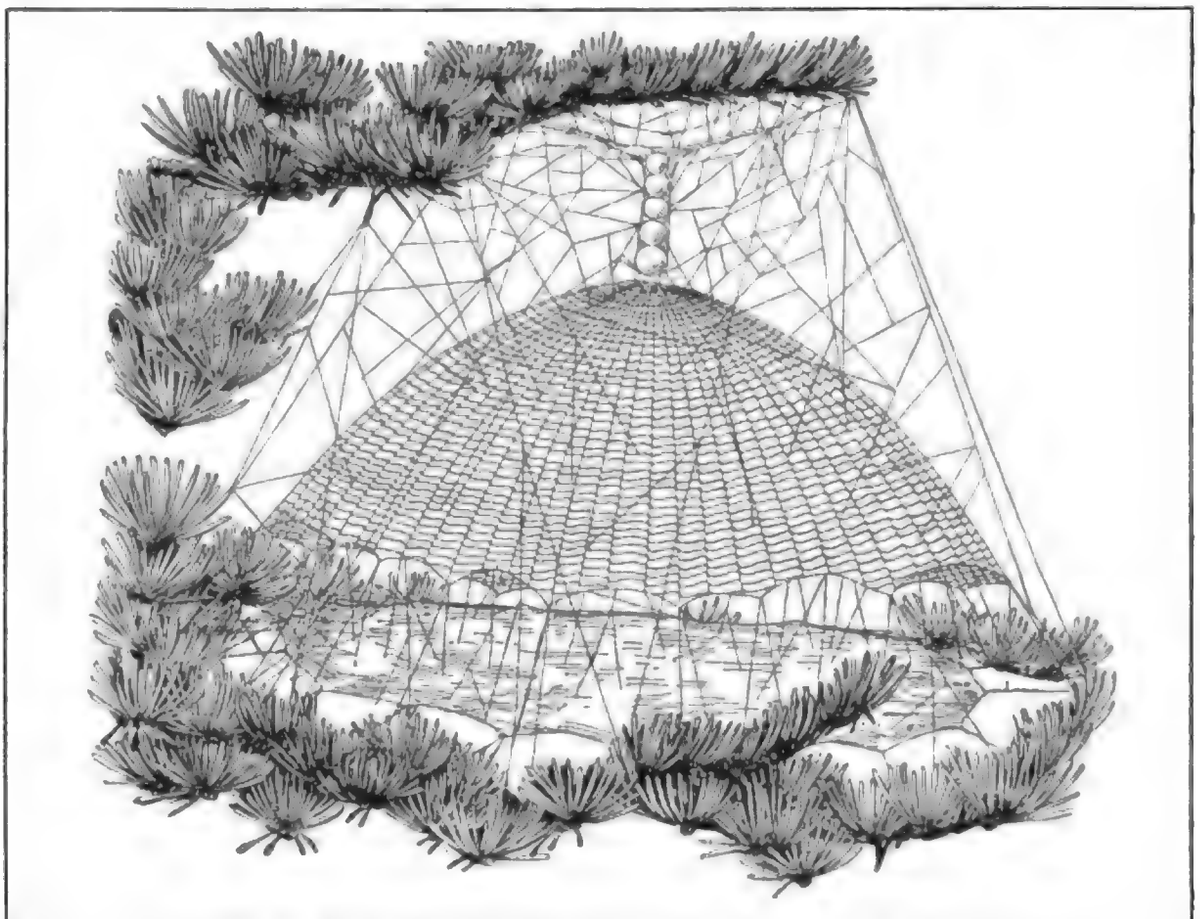


Abb. 455. Netz und Kokonkette von Epeira basilica. Nach Mc. Cook.

gewickelt, die, wie wir früher schon erwähnt haben, das Produkt spezieller Spinndrüsen sind (Abb. 454). Das Kokongespinst weicht oft in seiner Farbe, die gelb, grün, rosa sein kann, von den übrigen Spinnfäden der betreffenden Art ab. Die Kokons werden vielfach in Verstecken untergebracht, oft in unmittelbarer Nähe des Wohnnestes der betreffenden Spinnenart (Abb. 455), oder irgendwo im Freien mit Gespinstfäden aufgehängt. So finden wir sie bei den Röhrenspinnen (vgl. S. 177, Abb. 116) im Innern der von der Mutter bewachten Röhre, bei den Theridiumarten, innerhalb einer von der alten Spinne aus kleinen Steinchen zusammengesetzten Röhre, welche am unteren Ende des Netzes aufgehängt wird und es durch sein Gewicht gespannt hält. Nicht selten können wir an Grashalmen rundliche oder zitronenförmige Erdklümpchen beobachten. Beim ersten Anblick sind wir vielfach geneigt, sie für Kotspritzer zu halten, die etwa vom Rade eines vorüberfahrenden Wagens an die Grashalme geschleudert worden sind. Bei genauerer Betrachtung fällt uns aber die große Regelmäßigkeit und das sehr gleichartige Material dieser Gebilde auf. Öffnen wir sie, so finden wir in einer Seidenhülle im Innern die Eier einer Spinne (Agroeca brunnea) (Abb. 456). Es ist beobachtet worden, daß die betreffende Spinnenart nachts ihre Bautätigkeit ausübt, und zwar, daß sie in einer Nacht das feine Seidengehäuse um die Eier spinnt, um dasselbe in der zweiten Nacht mit einer Hülle aus kleinen Erdpartikelchen zu inkrustieren. Wir können oft an einem Ort nebeneinander die beiden Etappen der Bautätigkeit beobachten, die silberweißen Innenkokons und daneben die mit brauner Erde überzogenen fertigen Produkte des mütterlichen Instinktes.

Einen eigenartigen „Nestbau" haben die Sarasins auf dem Vulkaninselchen Großsangi,

Digitized by Google

wurde von Deutsch-Koch & Fries (1) in Form eines Kreuzes konstruiert. Dieses besteht aus einem Stahlrohrgerüst, das mit Segeltuch bespannt ist. Die Arme des Kreuzes sind 1,80 m lang und 0,60 m breit. Der Querbalken ist 1,20 m lang. Das Kreuz ist mittels Scharnier und Bolzen an einem Pfahl befestigt, der in den Boden eingerammt wird. Das Kreuz kann in jeder Höhe des Pfahles festgestellt werden. Es ist leicht transportabel und kann in kurzer Zeit aufgestellt werden.

Fig. 1. Kreuz zur Aufhängung von Infektionsmaterial.

Zur Aufhängung des Infektionsmaterials dienen Drahtbügel, die an den Armen des Kreuzes befestigt werden. Diese Drahtbügel sind 0,60 m lang und 0,30 m breit. Sie sind mit Ösen versehen, die in Haken eingehängt werden, die an den Armen des Kreuzes angebracht sind. Die Haken sind in Abständen von 0,10 m angebracht, so daß die Drahtbügel in verschiedener Höhe aufgehängt werden können.

2. Vorrang der Aufhängung vor Aufstreuen.

Die Aufhängung des Infektionsmaterials hat vor dem Aufstreuen den Vorzug, daß das Material nicht durch Regen oder Tau vernichtet wird. Es kann auch nicht durch Wind verweht werden. Es ist ferner nicht notwendig, daß das Material in Form eines Pulvers vorliegt, sondern es kann auch in Form von Stücken, Fetzen oder Bändern verwendet werden.

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem

Abb. 457. Galle der Blattlaus Pemphigus sp. auf Pistacia. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

aber sonst die ausschlüpfende Brut auf die Menge von Pflanzensubstanz angewiesen ist, die entweder zur Zeit der Eiablage schon vorhanden war oder bis zum Ausschlüpfen durch natürliches Wachstum entstanden ist, bildet sich bei den Galleninsekten durch pathologisches Wachstum der Pflanze ein speziell für die Ernährung der betreffenden Larven bestimmtes Gewebe. Wir kennen sehr viele gallenerzeugende Tiere; die meisten von ihnen sind Arthropoden, und unter diesen wiederum Insekten. Allerdings wissen wir, daß einige Krabben und Schneckenarten an Korallen gallenähnliche Wachstumsabnormitäten hervorbringen. Wir haben auf sie früher schon S. 278 hingewiesen und haben S 37 auch bereits jene Gallenbildungen erwähnt, welche durch Rädertierchen bei Algen hervorgerufen werden. Es zeigten uns schon diese Beispiele, daß Einwirkungen einer fremden Tierart auf einen Wirt abnormes und oft auch über das normale Maß hinausgehendes Wachstum des letzteren zur Folge haben können. Wie wir auch bei ähnlichen Prozessen bei Parasiten hervorgehoben haben, han-

Digitized by Google

delt es sich da wohl vorwiegend um Einwirkungen chemischer Art. — Wir können das letztere mit großer Bestimmtheit bei den Gallenbildungen der Pflanzen annehmen. Solche werden nicht nur durch Insekteneier bzw. Larven, sondern auch durch erwachsene Arthropoden hervorgerufen. Die Gallen, welche an Pflanzen durch Milben, Blattläuse und Rindenläuse erzeugt werden, auch jene geschwulstartigen Bildungen, die durch Würmer veranlaßt werden, sind von lebhaft sich fortpflanzenden Tieren bevölkert. Man findet in ihnen alle Stadien der betr. Arten. Das ist z. B. der Fall bei den großen beutelartigen Blattlausgallen, welche an den Blättern des Maulbeerbaums und Pistazienstrauchs (Abb. 457) gefunden werden, oder bei jenen zapfenförmigen Auswüchsen, die wir auf den Buchenblättern nicht selten antreffen. Ebenso gilt es für die Erkrankung des Getreides, die von dem Weizenälchen (Tylenchus tritici), und für die Rübenkrankheit, die von dem Rübenälchen (Heterodera schachti) hervorgerufen wird. Diejenigen Gallenbildungen, die uns hier aber speziell interessieren, werden durch die Eiablage gewisser Tierarten veranlaßt: Die wichtigste Gruppe unter ihnen sind die Gallen der Gallwespen (Cynipidae); auch Blattwespen (Tenthredinidae), unter den Fliegen die Cecidomyiden oder Gallfliegen und gewisse Motten unter den Schmetterlingen sind als Gallenbildner zu erwähnen. Am genauesten ist die Gallenbildung bei Gallwespen studiert worden. Ähnlich wie viele der früher besprochenen Insekten haben auch diese Tiere einen Legebohrer. Mit seiner Hilfe versenken sie jeweils ein Ei in meist jugendliches Pflanzengewebe. Die so bekannten Eichengallwespen z. B. stechen die jungen Blätter der Eiche an. Die Larven könnten sich nicht normal entwickeln, wenn nicht das Blattgewebe an Masse zunehmen würde. Und so sehen wir denn einen sehr merkwürdigen Prozeß eintreten; während die Larve sich entwickelt, beginnt das Gewebe des Eichenblattes zu wuchern, und es bildet sich jener eigenartige Auswuchs, den wir als den Gallapfel bezeichnen. Eine solche Galle stellt sich geradezu wie ein Organ der betreffenden Pflanze dar. Das Gewebe des Gallapfels ist mit allen jenen Einrichtungen versehen, die es ihm erlauben, wie ein normaler Bestandteil der Pflanze zu assimilieren, zu wachsen, Reservestoffe aufzuspeichern und mit dieser Menge von Substanz der in ihm lebenden Larve die notwendigen Existenzbedingungen darzubieten. Unzweifelhaft geht der Reiz, welcher das Gallenwachstum veranlaßt, von gewissen chemischen Substanzen aus. Beyerinck hat festgestellt, daß die Blattwespe Nematus capreae beim Einstechen mit dem Legebohrer in das Pflanzengewebe ein zähflüssiges kleines Tröpfchen Gift austreten läßt; durch dessen Wirkung wird auch dann eine Galle erzeugt, wenn kein Ei abgelegt worden ist. Sonst aber

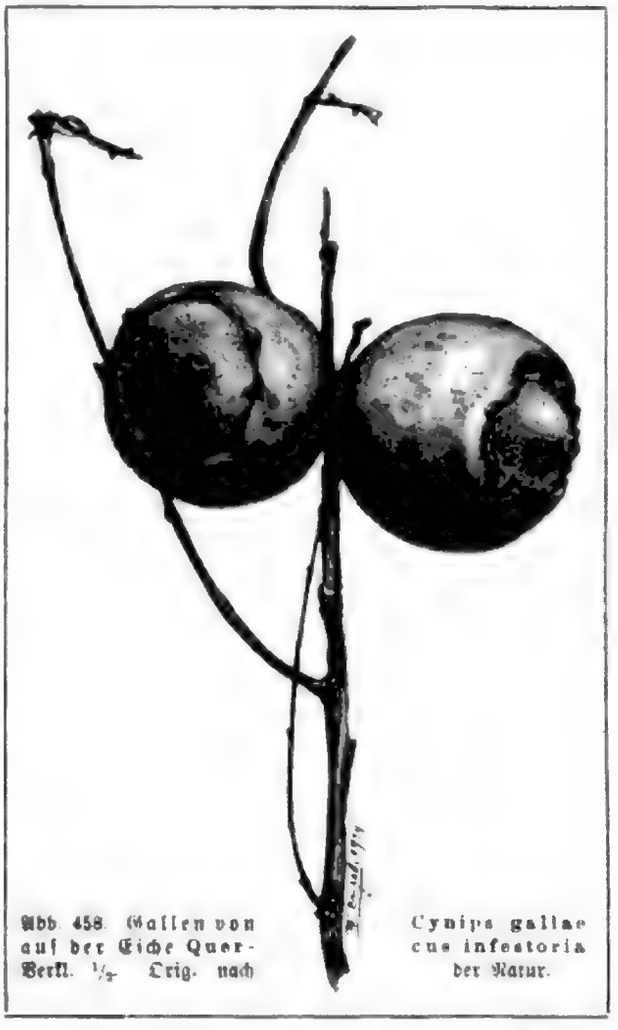


Abb. 458. Gallen von Cynips gallae auf der Eiche Quercus infectoria Berl. ½ Orig. nach der Natur.

Digitized by Google

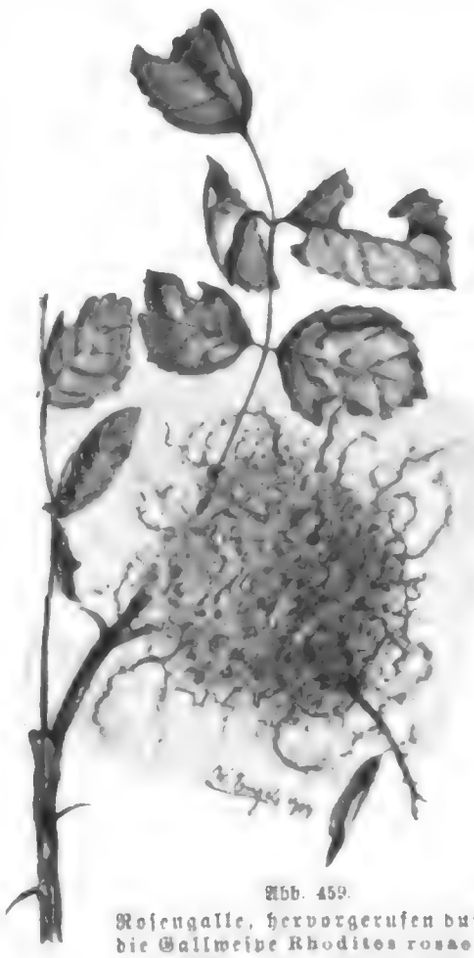


Abb. 459.
Rosengalle, hervorgerufen durch die Gallwespe Rhodites rosae L.
Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

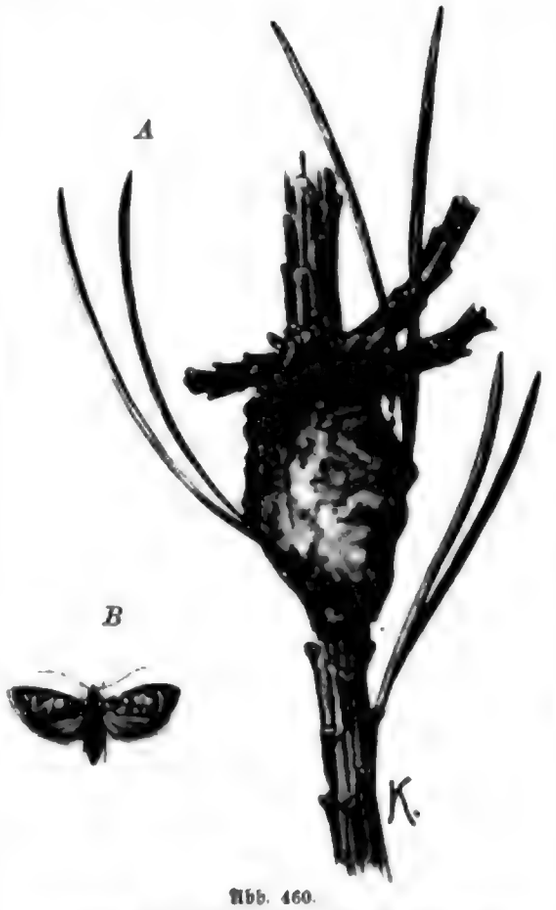


Abb. 460.
Retinia resinella L.
A Harzgalle am Föhrenzweig. B zugehörige Motte.
Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

scheint bei den meisten Galleninsekten der chemische Reiz zur Gallenbildung von dem Ei oder von der sich entwickelnden Larve auszugehen. Welche große Bedeutung die Ernährung der Nachkommenschaft durch Gallenbildung besitzen muß, geht schon aus der sehr großen Zahl von Galleninsekten, die existieren, hervor. Ich weise nur auf die 86 Arten von Gallwespen hin, die allein an unserer Eiche vorkommen. Viele dieser Arten erzeugen Gallen an den Blättern, andere an den Knospen, andere an den Zweigen, wieder andere an den Wurzeln. An Kräutern, Sträuchern und Bäumen können wir die vielgestaltigen, eigentümlichen Produkte beobachten, die das Pflanzengewebe unter dem Einfluß des vom Galleninsekt ausgehenden Reizes hervorbringt. Jeder von uns kennt die eigentümlichen, an Moosrosenknospen erinnernden Gallen, welche die Rosengallwespe (Rhodites rosae) an den Rosensträuchern hervorruft (Abb. 459). Wir können kaum durch eine alte Weidenallee hindurchgehen, ohne jene knorrigen, wulstigen Auswüchse an den Zweigen zu beobachten, welche von den Weidengallmücken hervorgerufen werden. Im Walde, an den Kiefern, sehen wir jene eigentümliche, hauptsächlich durch Harzausfluß hervorgerufene Bildung, die man als die Harzgalle der Kiefer bezeichnet, und welche durch die Wirkung der Larve der Harzmotte (Retinia resinella L.) erzeugt ist. Sie ist keine echte Galle, da sie nicht aus lebendem Gewebe der Pflanze besteht; so liefert sie denn der Mottenraupe nur Schutz, keine Nahrung (Abb. 460). An den Zweigenden der Fichten und Tannen bemerken wir vielfach schuppige Gebilde, welche in ihrer Form an sich entwickelnde Zapfen der betreffenden Koniferen erinnern und vom Volk auch oft für

Digitized by Google

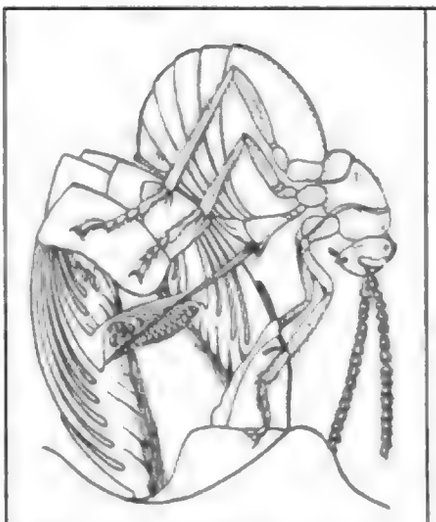


Abb. 461. Flügellose Gallwespe Rhisobia aptera in eine Knospe des Eichbaums stechend. Vergr. 10 mal. Nach Beverink. Aus Küster.

Abb. 462. Galle am Ende eines Tannenzweigs, erzeugt durch Chermes (Adelges) abietis. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

solche gehalten werden. Schneiden wir sie durch, so sehen wir das gekammerte Innere von Pflanzenläusen erfüllt, welche zur Gattung Chermes (= Adelges) gehören, und deren eigene Saugtätigkeit sowie der chemische Einfluß, der von ihren Eiern und Larven ausgeht, das eigentümliche pathologische Wachstum verschuldet hat. Hier, wie in so vielen andern Fällen sehen wir mit Erstaunen die Galle als absolut reguläres Gebilde an der sie tragenden Pflanze wachsen, stets dieselbe Form aufweisend, wenn sie von demselben Insekt hervorgerufen ist. Auf einem einzigen Eichbaum finden wir ebensoviel verschiedene Gallentypen, als wie erzeugende Insekten bekannt sind. Ein guter Gallenkenner kann jeweils aus dem Charakter der Galle bestimmen, von welchem Insekt sie bewohnt ist. Jedes Galleninsekt ist mit relativ strenger Gebundenheit an eine einzige oder eine Gruppe nah verwandter Pflanzen gefesselt; nur in ihnen nehmen seine Eier eine normale Entwicklung. Manche Galleninsekten wechseln zwischen zwei Wirtspflanzen, manche weisen einen Generationswechsel auf, der wegen seiner Abhängigkeit von den Jahreszeiten uns in einem späteren Kapitel beschäftigen wird.

Abb. 463. Brutversorgung des Pappelbocks (Saperda populnea). A. Hufeisenrinne am Pappelzweig im ersten Jahr; B. im zweiten Jahr, nach erfolgter Gewebewucherung. b Bastfasern c Kallus A Rindenhalbinsel Nach Boas.

Bei den Galleninsekten sorgt also das Muttertier durch eine instinktive Handlung für die sachgemäße Ernährung seiner Nachkommenschaft. Wenn die Galle sich entwickelt, ist das Muttertier meist schon längst gestorben; die Vorsorge, welche sie für ihre Brut getroffen hat, hinterläßt sie ihr gleichsam wie ein Erbe. Ähnliche Vorsorge finden wir bei vielen anderen Tieren, und die interessantesten Beispiele bieten uns wiederum die Insekten. Manche Käferlarven fressen nur dürres Holz oder welke Pflanzenteile; diese werden vom Muttertier in eigenartiger Weise für sie vorbereitet. Der Pappelbock (Saperda populnea) legt seine Eier auf gesunde Stämme; das Muttertier bearbeitet die Umgebung der Ablegestelle derart, daß die auskriechende Larve hinreichend vertrocknetes Bastgewebe vorfindet. Nach den Untersuchungen von Boas nagt sie an dem Stamm eine tiefe, hufeisenförmige Rinne mit nach oben gerichteter Öffnung; die von der Hufeisenrinne umschlossene Rindenhalbinsel wird nun noch durch mehrere seichte Rinnen durchfurcht, welche die Mutter hineinnagt (Abb. 463 A); während die Larve im ersten Entwicklungsjahr in diesem Gewebe frißt, bildet sich unter dem Einfluß von ihr sezernierter Stoffe eine Art Galle (Abb. 463 B). Im zweiten Jahr dringt

Fig. 1 Ulmus laevis **(A)** Habit, flowering branch; **(B)** Flower; **(C)** Flower, vertical section; **(D)** Fruit; **(E)** Fruit, vertical section; **(F)** Seed.

Fig. 2 Ulmus glabra **(A)** Habit, flowering branch; **(B)** Flower; **(C)** Flower, vertical section; **(D)** Fruit; **(E)** Fruit, vertical section; **(F)** Seed.

Fig. 1. Verschiedene Formen der Kaffeebohne.

Fig. 2. Kaffeebaum.

Fig. 3. Kaffeeblüte.

Fig. 4. Kaffeefrucht.

Fig. 5. Kaffeebohne.

Fig. 6. Kaffeebohne im Längsschnitt.

Fig. 7. Kaffeebohne im Querschnitt.

Fig. 8. Kaffeebohne im Querschnitt.

Fig. 9. Kaffeebohne im Querschnitt.

Fig. 10. Kaffeebohne im Querschnitt.

Fig. 11. Kaffeebohne im Querschnitt.

Fig. 12. Kaffeebohne im Querschnitt.

Fig. 13. Kaffeebohne im Querschnitt.

Fig. 14. Kaffeebohne im Querschnitt.

Fig.

Fig. 1. Ansicht des Kopfes von Ceratocephalus Bonnetti Sp. Nov. Vergr. 2:1.
Fig. 2. Ansicht des Kopfes von Ceratocephalus Bonnetti Sp. Nov. Vergr. 2:1.
Fig. 3. Ansicht des Kopfes von Ceratocephalus Bonnetti Sp. Nov. Vergr. 2:1.
Fig. 4. Ansicht des Kopfes von Ceratocephalus Bonnetti Sp. Nov. Vergr. 2:1.
Fig. 5. Ansicht des Kopfes von Ceratocephalus Bonnetti Sp. Nov. Vergr. 2:1.
Fig. 6. Ansicht des Kopfes von Ceratocephalus Bonnetti Sp. Nov. Vergr. 2:1.
Fig. 7. Ansicht des Kopfes von Ceratocephalus Bonnetti Sp. Nov. Vergr. 2:1.
Fig. 8. Ansicht des Kopfes von Ceratocephalus Bonnetti Sp. Nov. Vergr. 2:1.
Fig. 9. Ansicht des Kopfes von Ceratocephalus Bonnetti Sp. Nov. Vergr. 2:1.
Fig. 10. Ansicht des Kopfes von Ceratocephalus Bonnetti Sp. Nov. Vergr. 2:1.

Fig. 1. Head of Mantis religiosa, Linn., ♀, front view.

Mantis Linn. (Gr. μάντις, prophet, diviner). Genus of Insects, the type of the family Mantidæ, and of the order Orthoptera, sub-order Cursoria. The species are found in the warmer parts of the world, and are remarkable for their singular appearance and habits. The head is triangular, and is capable of being turned in all directions; the eyes are large and prominent; the antennæ are long and filiform; the prothorax is very long, and the mesothorax and metathorax are short; the fore legs are long and strong, and are adapted for seizing prey; the middle and hind legs are long and slender; the tarsi are five-jointed; the wings are four in number, the fore pair being coriaceous, and the hind pair membranous; the abdomen is long and slender, and in the female is terminated by a short ovipositor. The species are carnivorous, and feed on other insects, which they capture by means of their fore legs. The eggs are laid in a mass, which is covered with a protective coating, and the larvæ hatch out in the spring. The species are remarkable for their resemblance to leaves, twigs, and other objects, and for their habit of standing motionless for long periods. The common European species is *Mantis religiosa*, Linn., which is about 2 inches long, and is green or brown in colour. The species are also remarkable for their habit of devouring their own species, and the females often devour the males after copulation. The species are found in the warmer parts of the world, and are remarkable for their singular appearance and habits. The head is triangular, and is capable of being turned in all directions; the eyes are large and prominent; the antennæ are long and filiform; the prothorax is very long, and the mesothorax and metathorax are short; the fore legs are long and strong, and are adapted for seizing prey; the middle and hind legs are long and slender; the tarsi are five-jointed; the wings are four in number, the fore pair being coriaceous, and the hind pair membranous; the abdomen is long and slender, and in the female is terminated by a short ovipositor. The species are carnivorous, and feed on other insects, which they capture by means of their fore legs. The eggs are laid in a mass, which is covered with a protective coating, and the larvæ hatch out in the spring. The species are remarkable for their resemblance to leaves, twigs, and other objects, and for their habit of standing motionless for long periods. The common European species is *Mantis religiosa*, Linn., which is about 2 inches long, and is green or brown in colour. The species are also remarkable for their habit of devouring their own species, and the females often devour the males after copulation.

Fig. 68.—Section of Lung in Case of Pneumonia.

Under a lens, or low power, we see that the lung is made up of a number of lobules, each of which is surrounded by a thin layer of connective tissue. Each lobule is supplied with a bronchial tube, which divides and subdivides, and finally ends in the air-cells. The blood-vessels, which are very numerous, are also distributed to the lobules. The lymphatics are found in the connective tissue between the lobules, and also in the walls of the blood-vessels and bronchial tubes.

The lung is subject to a number of diseases, the most important of which are pneumonia, tuberculosis, and cancer. Pneumonia is an inflammation of the lung, and is usually caused by the pneumococcus. The disease begins with a chill, followed by fever, pain in the side, and cough. The sputum is rusty in color. The disease usually lasts about a week, and ends by crisis or lysis. Tuberculosis of the lung is caused by the tubercle bacillus, and is characterized by the formation of tubercles and cavities. Cancer of the lung is rare, and usually secondary to cancer elsewhere.

Abb. 3.1: Die Kirche Saint-Pierre-et-Saint-Paul in Rouen

Kapitel 3: Die Kirche

Kapitel 3: Die Kirche

Kapitel 3: Die Kirche

Fig. 172.—Chair of Queen Elizabeth.

of the Queen, and the chair is of the same character as the bed. The back is high and the arms are supported by figures of lions. The whole is richly carved and gilded. The chair is now in the Victoria and Albert Museum.

Fig. 173 is a chair of the same period, but of a more massive character. The back is high and the arms are supported by figures of lions. The whole is richly carved and gilded. The chair is now in the Victoria and Albert Museum.

Fig. 173.—Chair of Queen Elizabeth.

Fig. 174 is a chair of the same period, but of a more massive character. The back is high and the arms are supported by figures of lions. The whole is richly carved and gilded. The chair is now in the Victoria and Albert Museum.

Fig. 174.—Chair of Queen Elizabeth.

Fig. 175 is a chair of the same period, but of a more massive character. The back is high and the arms are supported by figures of lions. The whole is richly carved and gilded. The chair is now in the Victoria and Albert Museum.

Fig. 175.—Chair of Queen Elizabeth.

Fig. 176 is a chair of the same period, but of a more massive character. The back is high and the arms are supported by figures of lions. The whole is richly carved and gilded. The chair is now in the Victoria and Albert Museum.

Fig. 176.—Chair of Queen Elizabeth.

Fig. 1. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 2. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 3. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 4. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 5. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 6. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 7. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 8. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 9. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 10. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 11. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 12. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 13. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 14. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 15. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 16. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 17. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 18. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 19. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 20. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 21. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 22. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 23. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 24. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 25. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 26. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 27. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 28. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 29. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 30. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 31. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 32. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 33. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 34. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 35. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 36. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 37. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 38. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 39. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 40. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 41. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 42. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 43. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 44. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 45. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 46. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 47. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 48. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 49. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 50. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 51. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 52. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 53. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 54. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 55. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 56. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 57. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 58. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 59. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 60. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 61. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 62. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 63. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 64. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 65. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 66. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 67. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 68. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 69. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 70. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 71. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 72. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 73. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 74. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 75. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 76. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 77. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 78. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 79. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 80. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 81. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 82. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 83. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 84. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 85. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 86. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 87. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 88. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 89. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 90. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 91. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 92. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 93. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 94. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 95. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 96. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 97. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 98. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 99. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 100. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 101. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 102. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 103. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 104. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 105. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 106. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 107. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 108. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 109. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 110. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 111. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 112. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 113. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 114. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 115. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 116. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 117. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 118. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 119. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 120. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 121. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 122. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 123. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 124. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 125. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 126. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 127. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 128. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 129. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 130. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 131. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 132. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 133. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 134. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 135. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 136. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 137. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 138. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 139. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 140. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 141. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 142. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 143. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 144. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 145. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 146. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 147. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 148. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 149. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 150. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 151. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 152. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 153. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 154. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 155. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 156. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 157. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 158. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 159. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 160. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 161. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 162. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 163. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 164. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 165. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 166. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 167. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 168. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 169. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 170. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 171. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 172. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 173. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 174. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 175. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 176. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 177. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 178. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 179. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 180. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 181. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 182. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 183. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 184. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 185. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 186. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 187. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 188. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 189. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 190. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 191. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 192. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 193. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 194. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 195. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 196. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 197. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 198. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 199. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 200. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 201. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 202. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 203. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 204. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 205. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 206. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 207. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 208. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 209. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 210. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 211. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 212. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 213. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 214. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 215. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 216. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 217. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 218. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 219. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 220. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 221. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 222. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 223. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 224. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 225. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 226. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 227. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 228. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 229. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 230. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 231. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 232. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 233. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 234. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 235. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 236. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 237. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 238. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 239. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 240. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 241. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 242. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 243. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 244. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 245. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 246. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 247. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 248. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 249. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 250. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 251. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 252. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 253. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 254. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 255. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 256. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 257. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 258. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 259. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 260. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 261. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 262. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 263. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 264. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 265. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 266. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 267. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 268. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 269. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 270. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 271. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 272. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 273. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 274. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 275. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 276. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 277. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 278. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 279. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 280. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 281. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 282. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 283. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 284. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 285. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 286. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 287. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 288. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 289. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 290. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 291. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 292. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 293. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 294. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 295. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 296. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 297. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 298. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 299. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 300. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 301. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 302. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 303. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 304. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 305. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 306. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 307. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 308. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 309. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 310. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 311. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 312. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 313. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 314. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 315. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 316. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 317. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 318. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 319. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 320. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 321. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 322. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 323. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 324. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 325. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 326. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 327. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 328. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 329. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 330. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 331. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 332. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 333. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 334. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 335. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 336. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 337. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 338. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 339. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 340. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 341. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 342. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 343. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 344. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 345. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 346. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 347. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 348. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 349. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 350. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 351. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 352. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 353. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 354. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 355. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 356. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 357. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 358. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 359. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 360. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 361. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 362. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 363. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 364. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 365. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 366. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 367. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 368. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 369. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 370. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 371. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 372. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 373. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 374. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 375. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 376. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 377. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 378. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 379. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 380. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 381. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 382. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 383. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 384. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 385. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 386. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 387. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 388. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 389. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 390. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 391. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 392. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 393. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 394. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 395. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 396. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 397. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 398. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 399. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 400. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 401. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 402. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 403. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 404. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 405. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 406. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 407. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 408. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 409. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 410. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 411. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 412. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 413. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 414. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 415. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 416. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 417. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 418. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 419. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 420. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 421. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 422. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 423. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 424. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 425. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 426. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 427. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 428. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 429. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 430. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 431. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 432. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 433. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 434. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 435. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 436. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 437. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 438. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 439. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 440. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 441. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 442. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 443. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 444. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 445. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 446. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 447. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 448. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 449. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 450. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 451. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 452. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 453. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 454. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 455. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 456. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 457. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 458. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 459. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 460. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 461. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 462. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 463. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 464. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 465. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 466. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 467. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 468. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 469. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 470. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 471. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 472. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 473. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 474. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 475. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 476. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 477. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 478. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 479. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 480. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 481. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 482. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 483. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 484. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 485. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 486. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 487. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 488. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 489. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 490. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 491. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 492. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 493. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 494. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 495. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 496. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 497. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 498. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 499. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 500. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 501. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 502. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 503. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 504. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 505. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 506. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 507. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 508. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 509. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 510. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 511. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 512. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 513. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 514. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 515. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 516. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 517. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 518. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 519. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 520. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 521. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 522. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 523. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 524. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 525. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 526. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 527. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 528. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 529. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 530. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 531. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 532. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 533. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 534. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 535. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 536. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 537. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 538. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 539. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 540. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 541. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 542. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 543. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 544. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 545. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 546. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 547. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 548. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 549. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 550. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 551. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 552. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 553. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 554. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 555. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 556. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 557. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 558. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 559. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 560. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 561. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 562. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 563. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 564. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 565. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 566. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 567. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 568. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 569. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 570. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 571. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 572. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 573. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 574. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 575. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 576. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 577. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 578. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 579. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 580. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 581. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 582. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 583. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 584. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 585. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 586. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 587. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 588. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 589. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 590. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 591. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 592. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 593. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 594. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 595. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 596. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 597. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 598. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 599. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 600. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 601. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 602. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 603. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 604. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 605. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 606. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 607. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 608. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 609. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 610. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 611. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 612. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 613. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 614. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 615. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 616. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 617. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 618. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 619. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 620. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 621. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 622. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 623. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 624. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 625. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 626. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 627. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 628. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 629. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 630. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 631. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 632. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 633. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 634. Ansicht des Gebäudes von Nordwesten.

Fig. 635. Grundriss des Erdgeschosses.

Fig. 636. Grundriss des Obergeschosses.

Fig. 637. Grundriss des Dachgeschosses.

Fig. 638. Querschnitt durch das Gebäude.

Fig. 639. Längsschnitt durch das Gebäude.

Fig. 640. Ansicht des Gebäudes von Südwesten.

Fig. 641. Ansicht des Gebäudes von Südosten.

Fig. 642. Ansicht des Gebäudes von Nordosten.

Fig. 643. Ansicht des Geb

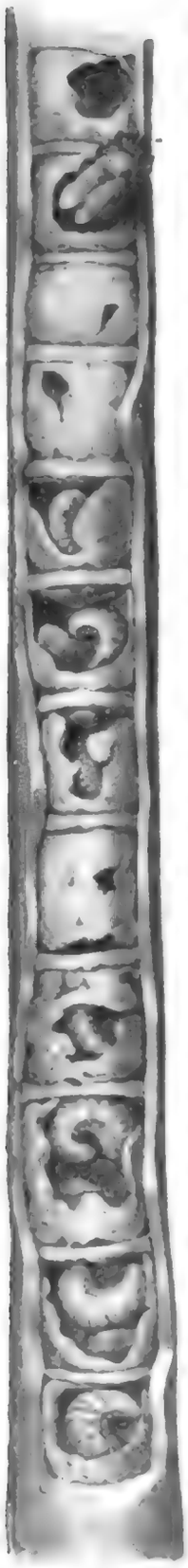


Abb. 473. Bau von Osmia cornuta in einem Gummischlauch. Nat. Größe. Orig. nach dem Leben

Tierchen einsammeln sahen, dient nun nicht der eigenen Ernährung, sondern der Versorgung der Brut. Alle die damals besprochenen Bauch-, Schenkel- und Schienensammler tragen die eingesammelten Vorräte in Bauten, die in ganz ähnlicher Weise angelegt sind wie die der vorhin besprochenen Wespen; und auch hier werden Eier an den Nahrungsvorrat abgelegt, worauf die Verstecke sorgsam verschlossen werden. In welcher Weise die solitären Bienen beim Bau ihrer Nester verfahren, und wie die Brutpflege bei ihnen abläuft, das wollen wir erst später erörtern, da ihre Lebensgewohnheiten uns die geeignetste Überleitung zur Betrachtung der sozialen Insekten bieten werden. Die Brutpflege der letzteren soll auch erst dann im Zusammenhang mit ihren übrigen Lebensgewohnheiten betrachtet werden. Hier wollen wir nur in Kürze auf die verschiedenen Bauten eingehen, welche die solitären Bienen zur Unterbringung ihrer Brut herstellen. Ähnlich, wie wir es vorhin von Ammophila gehört haben, fertigen viele von ihnen röhrenförmige Gruben an, die entweder in weiche Erde oder in harten Ton und Lehm gegraben werden. Mit Kiefern und Beinen leisten da die so zart aussehenden Tiere eine sehr erhebliche Arbeit. Oft werden die Höhlen mit größter Sorgfalt geglättet, und vor allem die Verschlußpfropfen sind oft sehr kunstvoll angefertigt, vielfach von sehr großer Festigkeit. Besonders bei Formen, die in weichem, leicht nachstürzendem Material arbeiten, werden die Wände der Grube nicht selten mit Stückchen von Blumenblättern oder grünen Blättern austapeziert. Das tun z. B. Arten der Gattung Osmia und Megachile. Andere Formen tapezieren und glätten die Wände ihrer Schächte mit aus ihren Speicheldrüsen produziertem Schleim aus. Löß- und Lehmwände im Kaiserstuhl, im Elsaß, an der Brennerstraße, in Südtirol findet man oft von den Nestlöchern der solitären Bienen und ähnlich bauender solitärer Raubwespen geradezu siebartig durchlöchert (Abb. 472). Viele Formen graben ihre Schächte statt in den Erdboden in Pflanzenteile. Am leichtesten tun sich dabei solche Formen, welche in hohlen oder markhaltigen Stengeln hausen. Das ist z. B. bei vielen Arten der Gattung Osmia und Colletes der Fall. Sie lieben die dürren Stengel von Brombeeren, Hollundern, Rosensträuchern. Die Arbeit, die sie da beim Nagen eines Eingangs und beim Glätten und Säubern des Hohlraums zu leisten haben, ist oft eine ziemlich geringe. Ja, manche Osmia-Arten suchen mit Vorliebe natürliche Hohlräume zum Anlegen ihrer Bauten auf, so z. B. von anderen Bienen und Wespen verlassene Bauten oder Schneckenhäuser. Ja, ich habe selbst einmal Gelegenheit gehabt, einige sehr merkwürdige Beispiele der Bautätigkeit von Osmia-Arten zu beobachten. In einem Landhaus im Isartal bei München war ein kleines Badehaus im Garten, in welchem für eine Douche eine Zuleitung durch Gummischläuche angebracht war. Die Schläuche, welche schnell erhärteten und durchlässig wurden, mußten immer bald durch neue ersetzt werden. Die alten wurden dann über Nägel an die Außenwand des Bretterhäuschens gehängt. Dort bildeten sie bald das beliebte Ziel zahlreicher Mütter von Osmia-Arten, vor allem Osmia cornuta, welche ihre Zellen in langen Reihen in den Gummischläuchen bauten, wovon Abb. 473 ein Beispiel gibt. Vielfach sieht man dieselben Arten, die gegebenfalls einen in der Natur sich dar-

Digitized by Google

Another feature of the Ancient Mariners' dress was the hat. Most of the men wore a hat of some kind, and the variety of styles is remarkable. Some were simple caps, others were more elaborate, with brims and crowns. Some were made of leather, others of cloth. Some were decorated with feathers or other ornaments, while others were plain. The hats were worn for protection from the sun and rain, and also as a mark of status. The captain and officers wore more elaborate hats than the crew.

Fig. 3. Detail of a mariner wearing a hat with a brim and a feather, from the same scene as Fig. 2.

The footwear of the Ancient Mariners was also varied. Some went barefoot, while others wore sandals or boots. The boots were usually made of leather and reached to the knee. They were worn for protection from the rough deck and from the cold water. The sandals were simple, with straps that crossed over the foot and ankle. They were worn in warm weather and in port.

The tunics were the most common garment worn by the Ancient Mariners. They were made of wool or linen and were usually dyed in bright colors. The length of the tunic varied, but most reached to the knee or below. Some had sleeves, while others were sleeveless. The tunic was worn over a shirt and under a cloak or jacket.

Cloaks were worn for warmth and protection from the weather. They were made of wool and were usually fastened at the shoulder with a brooch or pin. The cloak could be thrown back when working, but was worn over the shoulders in cold or wet weather.

Jackets were worn by some of the officers and by the crew in cold weather. They were made of leather or wool and were usually short, reaching to the waist or hip. They had sleeves and were fastened with buttons or laces.

Belts were worn by all of the Ancient Mariners. They were made of leather and were used to hold the tunic in place and to carry tools and weapons. The belt was worn around the waist and was usually fastened with a buckle.

Gloves were worn by some of the crew, especially when working with rope. They were made of leather and protected the hands from blisters and cuts.

The dress of the Ancient Mariners was practical and functional. It was designed to protect the wearer from the elements and to allow freedom of movement. The variety of styles and colors also served as a mark of status and identity.

Fig. 1. Sand-dune Succession.
A, Sand-dune; B, Sand-dune with Marram; C, Fixed dune; D, Dune-slack; E, Dune-heath.

Sand-dune Succession (Fig. 1). Sand-dunes are formed by the accumulation of sand blown inland from the beach by the wind. Sand-grains are carried by the wind in a series of jumps, and when they fall on to the dune they are driven into the sand by the impact of other grains. Thus the dune grows in height and also moves inland. Plants which grow on the dune must be able to withstand the burial of their stems by sand, and the dune-building species are those which can grow rapidly upwards through the sand. Marram (*Ammophila arenaria*) is the most important of these species, and it is found on the seaward slopes of dunes, where it grows in tufts (Fig. 2). Its rhizomes creep through the sand, and its leaves are rolled to reduce transpiration. Sea Couch (*Agropyron junceum*) is also common on the seaward slopes of dunes, and Lyme Grass (*Elymus arenarius*) is found on the more inland dunes. Sea Sandwort (*Arenaria peploides*) and Sea Rocket (*Cakile maritima*) are annuals which grow on the bare sand of the dune-face.

Fig. 2. Marram (*Ammophila arenaria*).

Behind the dune-face, the dune becomes fixed by the growth of Marram and other grasses, and the sand is bound together by the roots of these plants. Fixed dunes are rich in species, and Sea Bindweed (*Calystegia soldanella*), Sea Spurge (*Euphorbia paralias*), Sea Holly (*Eryngium maritimum*), Sea Pea (*Lathyrus maritimus*), Sea Campion (*Silene maritima*), Thrift (*Armeria maritima*), Wild Pansy (*Viola tricolor*), Hound's-tongue (*Cynoglossum officinale*), Ragwort (*Senecio jacobaea*), Ribwort Plantain (*Plantago lanceolata*), Hawkbit (*Leontodon taraxacoides*), Bird's-foot Trefoil (*Lotus corniculatus*), Wild Thyme (*Thymus drucei*), Lady's Bedstraw (*Galium verum*), Sheep's Fescue (*Festuca ovina*), Red Fescue (*Festuca rubra*), Common Bent (*Agrostis tenuis*), and Creeping Soft-grass (*Holcus mollis*) are among the species which may be found. Mosses and lichens are also common, and Hair-moss (*Polytrichum juniperinum*) is often abundant.

Dune-slacks are damp hollows between the dunes, and they are usually rich in species. Creeping Willow (*Salix repens*) is often present, and Marsh Orchis (*Orchis latifolia*), Marsh Pennywort (*Hydrocotyle vulgaris*), Marsh Violet (*Viola palustris*), Marsh Bedstraw (*Galium palustre*), Marsh Cinquefoil (*Potentilla palustris*), Marsh Thistle (*Cirsium palustre*), Meadow Rue (*Thalictrum flavum*), Yellow Flag (*Iris pseudacorus*), Sedges (*Carex* spp.), Rushes (*Juncus* spp.), and Reeds (*Phragmites communis*) are among the species which may be found.

Dune-heath is found on the more acid dunes, and Heather (*Calluna vulgaris*), Bell Heather (*Erica cinerea*), Crowberry (*Empetrum nigrum*), Bilberry (*Vaccinium myrtillus*), Cowberry (*Vaccinium vitis-idaea*), Tormentil (*Potentilla erecta*), Heath Bedstraw (*Galium saxatile*), Wavy Hair-grass (*Deschampsia flexuosa*), Sheep's Fescue (*Festuca ovina*), Red Fescue (*Festuca rubra*), and Common Bent (*Agrostis tenuis*) are among the species which may be found.

Salt-marsh Succession (Fig. 3). Salt-marshes are formed by the deposition of mud in sheltered bays and estuaries. Mud is deposited by the tide, and the rate of deposition is greatest when the tide is slack. Plants which grow on the mud must be able to withstand the burial of their stems by mud, and the mud-building species are those which can grow rapidly upwards through the mud. Cord-grass (*Spartina townsendii*) is the most important of these species, and it is found on the seaward edge of salt-marshes, where it grows in tufts. Its rhizomes creep through the mud, and its leaves are rolled to reduce transpiration. Glasswort (*Salicornia herbacea*) is also common on the seaward edge of salt-marshes, and Sea Purslane (*Halimione portulacoides*) is found on the more inland parts of the salt-marsh. Sea Lavender (*Limonium vulgare*) is an annual which grows on the bare mud of the salt-marsh.

Fig. 3. Salt-marsh Succession.
A, Mud-flat; B, Mud-flat with Cord-grass; C, Salt-marsh; D, Salt-marsh with Sea Purslane; E, Salt-meadow.

Behind the seaward edge of the salt-marsh, the salt-marsh becomes fixed by the growth of Cord-grass and other grasses, and the mud is bound together by the roots of these plants. Fixed salt-marshes are rich in species, and Sea Aster (*Aster tripolium*), Sea Arrowgrass (*Triglochin maritima*), Sea Milkwort (*Glaux maritima*), Sea Plantain (*Plantago maritima*), Sea Pink (*Armeria maritima*), Sea Lavender (*Limonium vulgare*), Sea Purslane (*Halimione portulacoides*), Glasswort (*Salicornia herbacea*), Cord-grass (*Spartina townsendii*), Sea Couch (*Agropyron junceum*), Lyme Grass (*Elymus arenarius*), Sea Rush (*Juncus maritimus*), Sea Sedge (*Carex extensa*), Sea Barley (*Hordeum maritimum*), and Reed (*Phragmites communis*) are among the species which may be found.

Salt-meadow is found on the more inland parts of the salt-marsh, and Sea Aster (*Aster tripolium*), Sea Arrowgrass (*Triglochin maritima*), Sea Milkwort (*Glaux maritima*), Sea Plantain (*Plantago maritima*), Sea Pink (*Armeria maritima*), Sea Lavender (*Limonium vulgare*), Sea Purslane (*Halimione portulacoides*), Sea Rush (*Juncus maritimus*), Sea Sedge (*Carex extensa*), Sea Barley (*Hordeum maritimum*), and Reed (*Phragmites communis*) are among the species which may be found.

4. Verſorgung und Bewachung der abgelegten Eier.

Unter den wirbelloſen Tieren ſind Fälle elterlicher Fürſorge für die abgelegten und befruchteten Eier ſehr ſelten. Wir werden allerdings ſpäter ſehen, daß die ganze Entwicklung der Inſektenſtaaten auf der fortgeſetzten Sorge um die Nachkommenſchaft beruht. Ferner werden wir in einem der nächſten Abſchnitte zahlreiche wirbelloſe Tiere kennen lernen, welche ihre Eier und die ſich aus ihnen entwickelnden Embryonen lange Zeit an oder in ihrem Körper tragen und z. T. auch durch beſondere Funktionen zu ihrem Gedeihen beitragen. Abgeſehen von ihnen finden wir aber im Reich der Wirbelloſen faſt ſtets, daß Vater und Mutter die abgelegten Eier ſich ſelbſt überlaſſen, ja, daß ſie oft vor dem Ausſchlüpfen der Brut ſelbſt ihr Leben gelaſſen haben. Ein charakteriſtiſches Beiſpiel von Brutpflege wird allerdings von einem der höchſtſtehenden marinen wirbelloſen Tiere beſchrieben. Es iſt dies der achtarmige Meerpolyp nebſt den übrigen Arten der Gattung Octopus und ihren Verwandten, bei denen das Weibchen die abgelegten und an eine Unterlage angeklebten Eier bewacht, wobei es aus ſeinem Trichter ſtets einen friſchen, ſauerſtoffhaltigen Waſſerſtrom den Eiern zuleitet. Unter den wirbelloſen, landbewohnenden Tieren ſind wohl die Spinnen die bekannteſten Vertreter mütterlicher Fürſorge. Wir wollen hier noch nicht auf die Formen eingehen, welche ihre Eierpakete ſtets mit ſich herumſchleppen. Die werden wir erſt ſpäter in anderem Zuſammenhang betrachten. Aber nicht wenige Spinnen bewachen ihre Eierkokons, die ſie in der Nähe ihres Wohnortes oder in ihrer Wohnröhre ſelbſt eingeſponnen haben, auf das eiferſüchtigſte. Die Abbildung der Tapezierſpinne (S. 332) zeigt uns auch das Eierpaket in der Wohnröhre des Tieres. Auch die waſſerbewohnenden Spinnen, ſo Argyroneta, bewachen die in ihrer Wohnglocke untergebrachten Eier.

Hier ſchließt ſich auch die Brutverſorgung der Gliederſpinnen aus der Klaſſe der Solifugen an, welche Heymons bei Galeodes caspius Bir. beobachtet hat. In dem harten Boden der turkeſtaniſchen Steppe bohren dieſe Tiere Gänge bis zu 20cm Länge, deren Hauptteil meiſt horizontal verläuft und mit einer erweiterten Kammer endigt. Die befruchteten Weibchen graben dieſe Gänge hauptſächlich mit Hilfe ihrer Cheliceren und ſchaffen mit den Beinen das Erdmaterial aus dem Gang heraus. Nachts legen ſie ihre Eier, etwa 100 an der Zahl, in einem Haufen ab. Die Entwickelung der Embryonen iſt bei der Ablage ſo weit fortgeſchritten, daß nach 24—48 Stunden die jungen Tiere zum Vorſchein kommen. Die Mutter verharrt faſtend und ſehr apathiſch bei den jungen Tieren, bis dieſe nach fünf Wochen die Höhle verlaſſen und ſich zerſtreuen, ohne beſondere Pflege oder Schutz von der Mutter genoſſen zu haben. Zu gleicher Zeit verläßt auch dieſe ihr Loch und fängt wieder zu freſſen an. Auch die Weibchen der Ohrwürmer (Forficula) verharren bis zu ihrem Tode bei den abgelegten Eiern; bei der Maulwursgrille „ſtirbt das Weibchen nicht ſofort nach der Eiablage, ſondern verbleibt häufig in der Nähe des Neſtes in einem von dem zuführenden Gange ſenkrecht abgehenden, 10—30cm tiefen Schachte als ‚Wache'“ (Judeich-Nitſche).

Viel zahlreicher ſind nun die Beiſpiele, welche uns die Wirbeltiere für die Erſcheinungen der Brutverſorgung darbieten. Während man früher vielfach glaubte, daß die Fiſche ſich um ihre Nachkommenſchaft nicht kümmerten, ſind neuerdings ſogar eine ſehr große Menge von brutpflegenden Fiſchen bekannt geworden. Und zwar handelt es ſich dabei ſowohl um marine Formen als auch um Süßwaſſerbewohner. Letztere ſind allerdings wegen der leichteren Erreichbarkeit meiſt in ihren Brutpflegegewohnheiten etwas genauer erforſcht. Es kommt bei den Fiſchen auffallend häufig vor, daß das Männchen ausſchließlich die Geſchäfte der

Digitized by Google

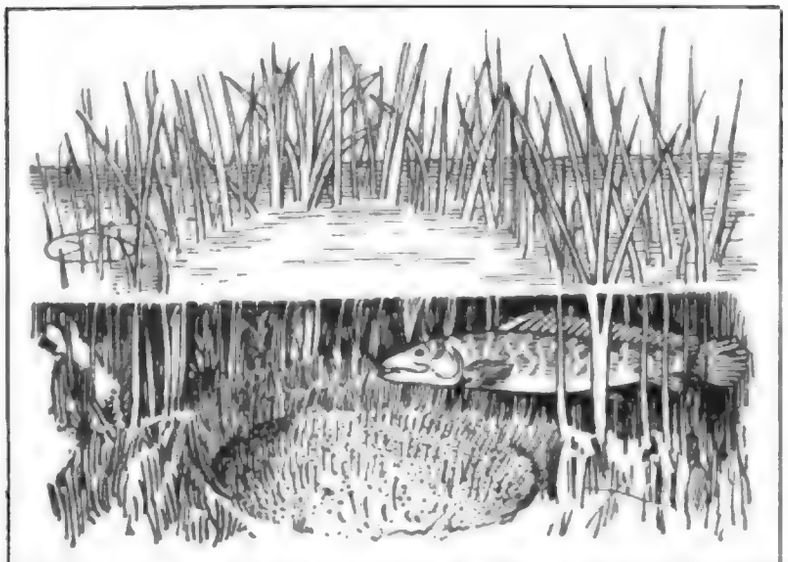


Abb. 476. Nest von Amia calva. Nach Bashford Dean.

Brutpflege übernimmt. Sehr oft muß das Männchen sogar die Eier und die jungen Tiere gegen die kannibalischen Gelüste der Weibchen verteidigen. Nur bei einer ganz geringen Anzahl der Arten, bei denen die Brutpflege genauer studiert ist, sind es die Weibchen, welche allein die Eier bewachen und verteidigen. Eine dieser Ausnahmen ist unter unsern einheimischen Süßwasserfischen das Moderlieschen (Leucaspius delineatus Sieb.). Ebenso sind die Fälle nicht allzuhäufig, in denen die Männchen und Weibchen gemeinsam die Brutpflege besorgen. Der Zwergwels (Ameiurus nebulosus Le Sueur) ist ein Beispiel für gemeinsame Brutpflege, ebenso wie die nordamerikanischen Sonnenbarsche, unter denen wir die Arten Eupomotis gibbosus (L.) und E. megalotis (Rafin.) hervorheben. Sonst ist in der Mehrzahl der Fälle das Fischmännchen an allen Geschäften, die zur Brutpflege gehören, vorwiegend beteiligt. Merkwürdigerweise sind vielfach die brutpflegenden Männchen erheblich kleiner als die zugehörigen Weibchen.

Schon unter den niederen Fischen, unter den Ganoiden, finden wir ein charakteristisches Beispiel für Brutpflege des Männchens in der nordostamerikanischen Amia calva. Im April und Mai fertigt das Männchen am Boden der Seen und Flüsse ein kreisrundes Nest, hauptsächlich durch Beseitigung der dort wachsenden Wasserpflanzen, welche mit dem Maul abgebissen werden (Abb. 476). Alle Pflanzenteile und anderen Partikel werden sorgfältig weggetragen, so daß die Sonne gut von oben in das Nest hineinscheinen kann. Durch die Wasserpflanzen wird ein Zugang zu dem Nest gebahnt und freigehalten, und nachdem die Eier auf dem Grunde der Grube abgelegt worden sind, bleibt das Männchen in diesem Gang oder über dem Nest, indem es alle gefahrbringenden Tiere angreift und vertreibt und mit Schwanzschlägen sowie durch eigene Atembewegungen einen Wasserstrom über den Eiern erzeugt. Bei Amia beschränkt sich die Sorge des Vaters nicht auf die Eier, sondern sie erstreckt sich auch auf die Larven und Jungfische. Vier Monate lang folgen diese in einem Schwarm ihrem Vater, der sie stets eng zusammenhält und mit höchster Aufmerksamkeit für ihre Sicherheit besorgt ist. Er sucht sie immer bei drohender Gefahr an sichere Orte zu treiben, und wenn er sie nicht in Sicherheit bringen kann, so hält er selbst einem ihm überlegenen Gegner tapfer stand. Der Lungenfisch Protopterus baut nach Budgett am Gambia auch ein Nest in Form eines tiefen Loches am sumpfigen Rand des Wohngewässers, das einen Zugang über Land hat. Das Weibchen legt dort die Eier ab, die vom Männchen bewacht und durch Schwanzschläge mit lufthaltigem Wasser versorgt werden.

Die Gewohnheit, sehr einfache Nester, z. B. in Form von flachen, ovalen oder kreisrunden Gruben im Kies oder Sand des Grundes herzustellen, ist bei den Fischen weit verbreitet. Bei den vorhin schon erwähnten Sonnenbarschen stellt das Nest eine flache Schüssel im Sande dar, die vom Männchen durch Fächeln und Schlagen mit dem Schwanz herge-

Digitized by Google

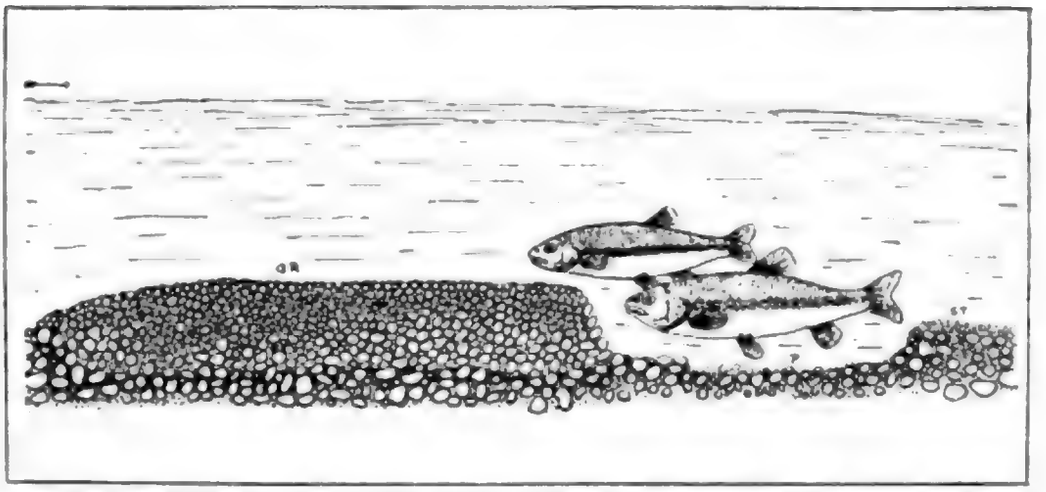


Abb. 477. Laichgrube von Semotilus atromaculatus. *GR* Steindamm, *P* Laichgrube, *ST* Sandhaufen; ⟶ Strömungsrichtung; oben Männchen, unten Weibchen. Nach Reighard.

stellt ist. Männchen und Weibchen bewachen Eier und Brut gemeinsam; die Jungen kehren drei Wochen lang abends ins Nest zurück, welches der Vater tagsüber säubert und herrichtet. An seine Pflichten wird er immer wieder von der Mutter gemahnt, die ihn direkt zum Nestplatz hintreibt. Sehr häufig werden die in Sand oder Kiesgruben untergebrachten Eier nach der Befruchtung mit Sand oder Kies zugedeckt. Das ist z. B. außer bei den Forellen und Lachsen, die ja ihre Eier sofort verlassen, bei manchen Welsen der Fall, die immerhin die Gegend des Nestes noch zu bewachen pflegen. Semon hat im Burnett River in Queensland beobachtet, daß ein Wels (Arius australis) Gruben von etwa 50 cm Durchmesser im Sandboden anfertigt und die in sie abgelegten Eier mit mehreren Lagen großer Steine bedeckt. Schon Aristoteles wußte, daß ein in Griechenland lebender Wels (Parasilurus aristotelis) Brutpflege treibt, an der ebenfalls nur das Männchen teilnimmt. Der in den kleinen Flüssen Nordamerikas, z. B. in Michigan häufige Semotilus atromaculatus, dessen Paarungsgewohnheiten wir oben geschildert haben, ist auch bei seinem Nestbau neuerdings genauer studiert worden. Auch er baut in dem rasch strömenden Wasser eine flache Grube, vor der sich ein Damm von Kieseln erstreckt und hinter welcher ein Sandwall angehäuft ist (Abb. 477). Beim Bau dieser Laichgrube nimmt wiederum das Männchen Steine direkt mit dem Maul vom Flußboden auf und häuft sie auf den Damm; in der Grube bringt es auch locker aufeinander liegende Steine an, in deren Zwischenräumen die abgelegten Eier ein gesichertes Versteck finden. Auch hier wird das Nest vom Männchen längere Zeit bewacht und verteidigt.

Nicht selten sind bei den Fischen regelrechte Nester, die aus Pflanzenteilen hergestellt werden. So hat Budgett bei Gymnarchus, einem Mormyriden Westafrikas, ein schwimmendes Nest aus Gräsern entdeckt (Abb. 478). Es ist sehr groß, etwa 60 cm lang und

Abb. 478. Nest von Gymnarchus niloticus. Nach Budgett.

Digitized by Google

Fig. 68.—Dissection of the Brain, showing the Corpus Callosum and Lateral Ventricles.

The Corpus Callosum (Fig. 68) is the great commissure of the brain, and consists of a broad band of white fibres which connect the two hemispheres. It is situated at the bottom of the longitudinal fissure, and is covered by the convolutions of the hemispheres. Its anterior part is bent upon itself, and is called the genu; its posterior part is thicker, and is called the splenium. The middle part is called the body. The Lateral Ventricles are two cavities, one in each hemisphere, and are lined by a membrane called the ependyma. Each ventricle is divided into a central part and three cornua or horns. The central part lies in the parietal lobe, and is bounded above by the corpus callosum, and below by the optic thalamus. The anterior cornu passes forwards into the frontal lobe, and is bounded internally by the septum lucidum. The middle cornu passes downwards into the temporal lobe, and is bounded above by the optic thalamus. The posterior cornu passes backwards into the occipital lobe, and is bounded internally by a ridge called the hippocampus major. The Septum Lucidum is a thin double membrane which separates the anterior cornua of the lateral ventricles. It is attached above to the corpus callosum, and below to the fornix. The Fornix is a triangular band of white fibres which lies beneath the corpus callosum. Its anterior part is attached to the optic thalamus, and its posterior part passes into the hippocampus major. The Optic Thalamus is a large mass of grey matter which lies on the side of the third ventricle. It is bounded above by the lateral ventricle, and below by the crus cerebri. The Third Ventricle is a narrow cavity which lies between the optic thalami. It is lined by ependyma, and is bounded above by the fornix, and below by the infundibulum. The Infundibulum is a funnel-shaped process which connects the third ventricle with the pituitary body. The Pituitary Body is a small mass of grey matter which lies in the sella turcica of the sphenoid bone. It is connected with the infundibulum by a stalk. The Pineal Body is a small mass of grey matter which lies in the posterior part of the third ventricle. It is attached by a stalk to the posterior commissure.

Kentucky Derby, 1875. Oil on canvas by Edgar Degas, 1884–1887. Fogg Art Museum, Harvard University, Cambridge, Massachusetts. Bequest of Grenville L. Winthrop

Kentucky, one of the United States of America, admitted to the Union in 1792 as the fifteenth state. It is bounded on the north by the Ohio River, which separates it from Indiana, Ohio, and West Virginia; on the east by Virginia; on the south by Tennessee; and on the west by Missouri, Illinois, and the Mississippi River. Kentucky is divided into 120 counties. Frankfort is the capital, and Louisville is the largest city.

Kentucky is known as the Bluegrass State because of the bluegrass that grows throughout the region. Kentucky is also famous for its horses, tobacco, and bourbon whiskey. Kentucky's nickname is the Blue Grass State.

Kentucky's land is mostly rolling hills and fertile valleys. The Cumberland Mountains rise in the southeastern part of the state. The Mississippi River Valley lies in the west. Kentucky has a humid subtropical climate. Winters are cold, and summers are hot and humid.

Kentucky's economy is based on agriculture, manufacturing, and mining. Kentucky ranks among the leading states in the production of tobacco, corn, soybeans, and wheat. Kentucky's manufactured products include chemicals, electrical equipment, food products, and transportation equipment. Kentucky is also a leading coal-mining state.

Kentucky's first settlers were Shawnee Indians. In the 1750's, explorers and hunters from Virginia began to enter the region. Daniel Boone led the first settlers to Kentucky in 1775. Kentucky became a state on June 1, 1792. During the Civil War (1861–1865), Kentucky remained in the Union, but many Kentuckians fought for the Confederacy.

Fig. 1. Head of Lion, showing the Mane.

The Lion is the largest of the Cat tribe, and is found in Africa and Asia. It is a powerful animal, and is the terror of the countries in which it lives. Its strength is enormous, and it can kill a horse or an ox with a single blow of its paw. It is a bold animal, and will attack man when hungry. It is also a cowardly animal, and will run away from a single man if he is armed with a gun. The Lion is a beautiful animal, and its skin is much prized for rugs. The Lion is a noble animal, and is the emblem of courage and strength. The Lion is a royal animal, and is the emblem of royalty. The Lion is a fierce animal, and is the emblem of ferocity. The Lion is a gentle animal, and is the emblem of gentleness. The Lion is a wise animal, and is the emblem of wisdom. The Lion is a foolish animal, and is the emblem of folly. The Lion is a strong animal, and is the emblem of strength. The Lion is a weak animal, and is the emblem of weakness. The Lion is a good animal, and is the emblem of goodness. The Lion is a bad animal, and is the emblem of badness. The Lion is a true animal, and is the emblem of truth. The Lion is a false animal, and is the emblem of falsehood. The Lion is a kind animal, and is the emblem of kindness. The Lion is a cruel animal, and is the emblem of cruelty. The Lion is a merciful animal, and is the emblem of mercy. The Lion is a merciless animal, and is the emblem of mercilessness. The Lion is a just animal, and is the emblem of justice. The Lion is an unjust animal, and is the emblem of injustice. The Lion is a holy animal, and is the emblem of holiness. The Lion is an unholy animal, and is the emblem of unholiness. The Lion is a pure animal, and is the emblem of purity. The Lion is an impure animal, and is the emblem of impurity. The Lion is a clean animal, and is the emblem of cleanliness. The Lion is an unclean animal, and is the emblem of uncleanliness. The Lion is a sweet animal, and is the emblem of sweetness. The Lion is a bitter animal, and is the emblem of bitterness. The Lion is a light animal, and is the emblem of light. The Lion is a dark animal, and is the emblem of darkness. The Lion is a day animal, and is the emblem of day. The Lion is a night animal, and is the emblem of night. The Lion is a summer animal, and is the emblem of summer. The Lion is a winter animal, and is the emblem of winter. The Lion is a spring animal, and is the emblem of spring. The Lion is an autumn animal, and is the emblem of autumn. The Lion is a morning animal, and is the emblem of morning. The Lion is an evening animal, and is the emblem of evening. The Lion is a noon animal, and is the emblem of noon. The Lion is a midnight animal, and is the emblem of midnight. The Lion is a dawn animal, and is the emblem of dawn. The Lion is a dusk animal, and is the emblem of dusk. The Lion is a twilight animal, and is the emblem of twilight. The Lion is a moonlight animal, and is the emblem of moonlight. The Lion is a starlight animal, and is the emblem of starlight. The Lion is a sunlight animal, and is the emblem of sunlight. The Lion is a shade animal, and is the emblem of shade. The Lion is a shadow animal, and is the emblem of shadow. The Lion is a reflection animal, and is the emblem of reflection. The Lion is a mirror animal, and is the emblem of mirror. The Lion is a glass animal, and is the emblem of glass. The Lion is a crystal animal, and is the emblem of crystal. The Lion is a diamond animal, and is the emblem of diamond. The Lion is a ruby animal, and is the emblem of ruby. The Lion is a sapphire animal, and is the emblem of sapphire. The Lion is an emerald animal, and is the emblem of emerald. The Lion is a topaz animal, and is the emblem of topaz. The Lion is a pearl animal, and is the emblem of pearl. The Lion is a gold animal, and is the emblem of gold. The Lion is a silver animal, and is the emblem of silver. The Lion is a copper animal, and is the emblem of copper. The Lion is an iron animal, and is the emblem of iron. The Lion is a steel animal, and is the emblem of steel. The Lion is a lead animal, and is the emblem of lead. The Lion is a tin animal, and is the emblem of tin. The Lion is a zinc animal, and is the emblem of zinc. The Lion is a mercury animal, and is the emblem of mercury. The Lion is a quicksilver animal, and is the emblem of quicksilver. The Lion is a brass animal, and is the emblem of brass. The Lion is a bronze animal, and is the emblem of bronze. The Lion is a pewter animal, and is the emblem of pewter. The Lion is a tinfoil animal, and is the emblem of tinfoil. The Lion is a gold leaf animal, and is the emblem of gold leaf. The Lion is a silver leaf animal, and is the emblem of silver leaf. The Lion is a copper leaf animal, and is the emblem of copper leaf. The Lion is a brass leaf animal, and is the emblem of brass leaf. The Lion is a bronze leaf animal, and is the emblem of bronze leaf. The Lion is a pewter leaf animal, and is the emblem of pewter leaf. The Lion is a tinfoil leaf animal, and is the emblem of tinfoil leaf.

Während das Weibchen den Bau ausführt, sitzt ihm das Männchen auf dem Rücken. Auf das Nest des japanischen Frosches (Rhacophorus schlegeli) habe ich oben schon kurz hingewiesen. Bei dieser Art graben sich Männchen und Weibchen während der Umarmung gemeinsam in die Wand eines überschwemmten Reisfeldes ein. Hier höhlen sie eine Kammer aus, die, dadurch daß ihr Eingangtunnel zusammenstürzt, nach außen abgeschlossen wird. Das Weibchen erzeugt dann aus seiner Kloake eine schleimige Masse, die es mit Schlägen seiner Füße in einen Schaum verwandelt. Diese Masse dient den sich entwickelnden Larven als Schutz und zur Luftversorgung. Männchen und Weibchen verlassen nach der Befruchtung die Eier, indem sie einen neuen Gang graben, der schief hinunter zum Wasser führt. Wenn während der Entwicklung der Larven die Schleimkugeln geplatzt sind, liefern sie eine Flüssigkeit, die es den Larven erleichtert, auf dem gleichen Weg wie die Eltern ins Wasser zu gelangen. In ähnlichen Schaummassen bringen südamerikanische Frösche aus den Gattungen Leptodactylus und Paludicola ihre Eier in Löchern oder Steinen oder faulem Holz über der Wasseroberfläche am Rand von Tümpeln unter. Sie bauen keine geschlossenen Höhlen, sondern graben höchstens flache offene Gruben. Ihre Larven geraten meist durch Steigen des Wasserspiegels der Tümpel in das Wasser.

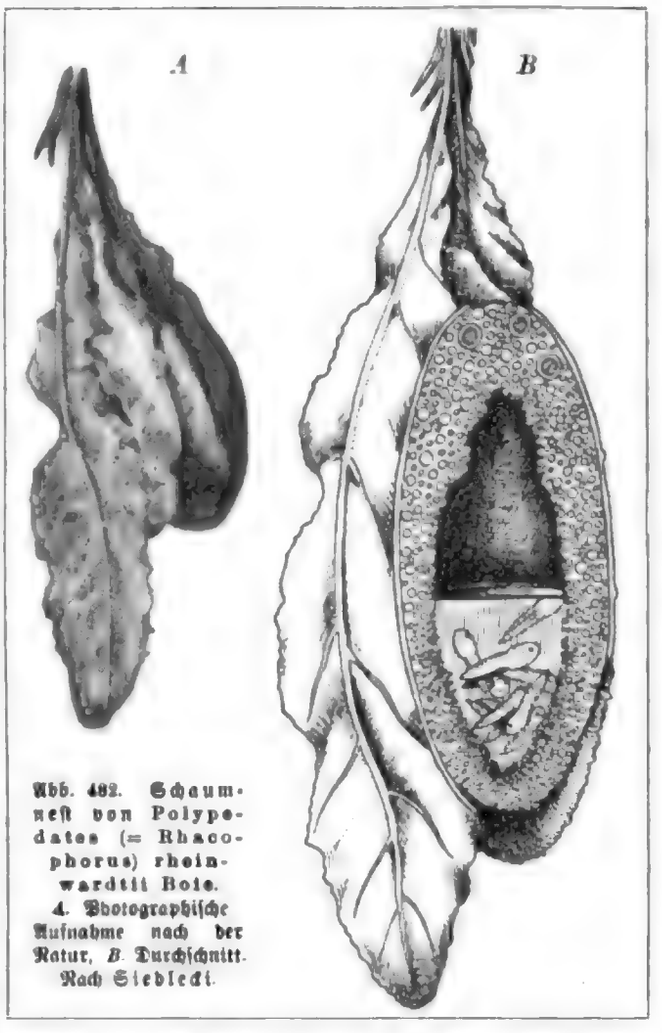


Abb. 482. Schaumnest von Polypedates (= Rhacophorus) rheinwardtii Boie. *A* Photographische Aufnahme nach der Natur, *B* Durchschnitt. Nach Siedlecki.

Solche Schleimnester sind überhaupt bei Fröschen tropischer Gegenden mit hoher Luftfeuchtigkeit nicht selten. Die Sarasins beobachteten ein solches bei dem Baumfrosch Rana everetti Blgr. in Celebes. Die Laubfrösche aus den Gattungen Phyllomedusa in Südamerika, Rhacophorus-Arten, so R. malabaricus in Indien, und Chiromantis im tropischen Afrika, machen Schleimnester auf Bäumen; sie kleben sie an ein Blatt an oder vereinigen mehrere Blätter mit ihnen. So klebt z. B. Phyllomedusa iheringi in Brasilien einige flache Blätter röhrenartig zusammen, um zwischen ihnen die Eier unterzubringen. Auch bei Polypedates (= Rhacophorus) rheinwardii Boie, dem indo-malayischen Flugfrosch, ist Eiablage und Bau des Schaumnestes genauer beobachtet worden. Nach Siedlecki werden ähnlich wie bei R. schlegeli, der japanischen Art, die Eier vom Männchen besamt, während des Weibchen unter der Umarmung des Männchens gleichzeitig mit den Eiern Schleim aus der Kloake austreten läßt. Dieser Schleim, der aus Mucin besteht, wird nach Ablage jedes einzelnen Eies durch Bewegungen der Beine von Männchen und Weibchen zu Schaum geschlagen. Der Schaum bildet einen Ballen, in dessen Innern die Eier dicht beieinander liegen, 60—90 an der Zahl. Die Eiablage findet auf Blättern statt, deren Ränder das Weibchen nach der Kopulation, nachdem sie den Schleimklumpen mit den Hinterbeinen zu einem ovoïden Ballen geformt

Digitized by Google

hat, umgebogen und an dieſen angedrückt hat. Indem der Schleim allmählich erhärtet, verkleben mit ihm ein umgebogenes oder mehrere benachbarte Blätter (Abb. 482 A).

Aus den Eiern entſtehen in vier bis fünf Tagen Kaulquappen. Während dieſer Zeit werden die Eihüllen und die ſie umgebenden Schleimſchichten aufgelöſt. Teils aus ihnen, teils aus dem Schleim der Neſtwand ſtammt die wäſſerige Flüſſigkeit, welche im Innern des Schaumneſtes ſich allmählich anſammelt. Hier iſt, während die Außenhülle immer mehr erhärtete, ein Hohlraum entſtanden; die Wand läßt die Flüſſigkeit nicht durch. Unten in dem Hohlraum iſt Flüſſigkeit, über ihr Luft, die aus den Blaſen des Schaums ſtammt, angeſammelt (Abb. 482 B). Ebenſo wie die Spermatozoen des Flugfroſches nur in dem Schleim leben, in Waſſer zugrunde gehen, ertragen die Kaulquappen nicht eine Übertragung in Waſſer, ehe ſie nicht in der Flüſſigkeit der Neſtkammer eine Übergangszeit von mindeſtens 24 Stunden durchgemacht haben. Dann aber entwickeln ſie ſich normal weiter, wenn tropiſche Regengüſſe ſie aus dem Schaumneſt heraus, meiſt zuerſt auf den Boden, in kleine Lachen ſchwemmen, von wo aus ſie erſt darauf folgende Regenfälle in größere Waſſeranſammlungen bringen. In den erſten Tagen brauchen ſie noch ſehr wenig Waſſer, freſſen auch noch nicht, ſo daß ſie alle Chance haben, dieſe Zwiſchenzeit zu überſtehen. In den größeren Tümpeln dauert es noch wochenlang, ehe kleine Fröſche aus ihnen werden. Die Laubfröſche aus der Gattung Hylodes, von der ich die bekannteſte Form Hylodes martinicensis auf Martinique ſelbſt beobachten konnte, legen ebenfalls ihre Eier in Paketen auf Bäumen, unter Steinen oder Moos, aber ſtets an ſehr feuchten Plätzen, ab. Wie bei den vorher erwähnten Arten ſind bei ihnen die Eier ſehr groß und dotterreich. Aus ihnen entwickeln ſich keine Kaulquappen, ſondern fertige kleine Fröſche, die beim Ausſchlüpfen nur noch eine Spur eines Larvenſchwanzes zeigen. Dieſer, welcher ſehr reichlich von Blutgefäßen durchſetzt iſt und während der Entwicklung eine relativ bedeutende Größe erreicht, wird als embryonales Atemorgan gedeutet, da keine Spuren von Kiemen ſich haben finden laſſen. Die ebenfalls direkt ſich entwickelnden Eier eines Froſches in Neuguinea, Phrynixalus biroi, werden allerdings im Waſſer in Gebirgsbächen abgelegt, ſind aber in einer wurſtförmigen, durchſichtigen Hülle zuſammen eingeſchloſſen, welche das Weibchen abgeſondert hat.

Bei den Schwanzlurchen kommt Brutpflege der Art, wie wir ſie bei Fröſchen ſo vielfältig kennen lernten, ſehr viel ſeltener vor. Autodax iſt ein wehrhafter, kleiner kaliforniſcher Erdſalamander. Seine großen, dotterreichen Eier werden in Löchern unter der Erde abgelegt. Sie bilden ein ganzes Paket, jedes einzeln mit einem Stiel am Boden befeſtigt. Die Mutter oder beide Eltern halten ſich in dem Erdloch auf, bis die jungen Salamander in fertig entwickeltem Zuſtand ausſchlüpfen. Unterdeſſen ſorgen die Eltern für die nötige Feuchtigkeit und wehren mit ihrem kräftigen Gebiß Feinde ab. Salamandrella keyserlingi, ein ſibiriſcher Waſſermolch, legt ſeine Eier in ähnlichen wurſtförmigen Schleimhüllen ab, wie wir ſie vorhin bei Phrynixalus biroi kennen gelernt haben. Bei den nordamerikaniſchen Landſalamandern aus der Gattung Plethodon hat man feſtgeſtellt, daß die Weibchen ſich um ihr Eipaket herumringeln und es ſo bewachen. Auch bei den Rieſenſalamandern, dem japaniſchen Megalobatrachus maximus und dem nordamerikaniſchen Cryptobranchus alleghaniensis, werden die in Maſſen abgelegten Eierhaufen bewacht, und zwar vom Männchen, während bei Amphiuma, einem Bewohner der ſüdöſtlichen Vereinigten Staaten, das Weibchen dieſe Rolle übernimmt. Ähnliche Brut- bzw. Eierbewachung kommt bei den Coecilien vor. Wie die Vettern Saraſin in Ceylon feſtgeſtellt haben, findet man die dort häufige Blindwühle (Ichthyophis glutinosus) in Löchern im Erdboden, z. B. in Termitenneſtern, um ihre Eierpakete aufgeknäuelt.

Selten ſcheint eine eigentliche Brutpflege bei den Reptilien zu ſein. Die meiſten von ihnen verlaſſen die in Sand oder Erde oder unter Blättern meiſt in mehreren durch ent-

Digitized by Google

Fig. 1.—Nest of Wood Pewee (*Contopus virens*) with Cowbird's egg.

Fig. 2.—Nest of Yellow Warbler (*Dendroica æstiva*) with Cowbird's egg.

Fig. 3.—Nest of Chipping Sparrow (*Spizella socialis*) with Cowbird's egg.

Fig. 4.—Nest of Red-eyed Vireo (*Vireo olivaceus*) with Cowbird's egg.

Fig. 5.—Nest of Maryland Yellow-throat (*Geothlypis trichas*) with Cowbird's egg.

Fig. 6.—Nest of Indigo Bird (*Passerina cyanea*) with Cowbird's egg.

Fig. 7.—Nest of Field Sparrow (*Spizella pusilla*) with Cowbird's egg.

Fig. 8.—Nest of Song Sparrow (*Melospiza fasciata*) with Cowbird's egg.

Fig. 9.—Nest of Chipping Sparrow (*Spizella socialis*) with Cowbird's egg.

Fig. 10.—Nest of Field Sparrow (*Spizella pusilla*) with Cowbird's egg.

Fig. 11.—Nest of Field Sparrow (*Spizella pusilla*) with Cowbird's egg.

Fig. 12.—Nest of Field Sparrow (*Spizella pusilla*) with Cowbird's egg.

Fig. 13.—Nest of Field Sparrow (*Spizella pusilla*) with Cowbird's egg.

Fig.

Fig. 1. Detail of the Ghent Altarpiece, showing the Adoration of the Lamb, by Hubert and Jan van Eyck, 1432. Ghent, St Bavo Cathedral.

Copyright © Scala Archives

oder in Baumlöchern, und so finden wir überhaupt sehr viele Vögel, die keinen großen Unterschied zwischen verschiedenen Arten solcher natürlicher Höhlungen machen. Sturmvögel und einige Entenarten brüten in Erdgängen, manche Taucher bewohnen mit Vorliebe verlassene Kaninchenbauten, ja sie vertreiben manchmal sogar die rechtmäßigen Besitzer aus solchen. Vor allen Dingen, wenn wir die verschiedenen Vogelarten einer Gattung oder Familie betrachten, können wir feststellen, daß sie die verschiedensten Sorten von Höhlungen bewohnen. So finden wir Taubenarten bald in Felsen, bald in Baumlöchern, bald in verlassenen Kaninchenbauten oder im Gewirre von Schlingpflanzen nistend.

Die Tiere, die wir bisher im Auge hatten, wenden keine eigene Arbeit zur Fertigstellung ihrer Höhlennester an. Von ihnen unterscheiden sich die Miniervögel dadurch, daß sie an steilen Ufern, an Sand-, Lehm- oder Lößwänden Löcher bohren, die in einen meist wagerechten Gang übergehen; an dessen Ende finden wir eine kammerförmige Erweiterung, in der sich das eigentliche Nest befindet. In dieser Weise bauen die Uferschwalben, manche Sturmvögel, einige Pinguinarten, so z. B. der magellanische Pinguin (Spheniscus magellanicus), die Papageitaucher, Bienenfresser und Eisvögel. Sie alle müssen ein großes Stück Arbeit bei der Bautätigkeit leisten, was bei Formen wie Bienenfressern und Eisvögeln besonders erstaunlich ist. Die Bienenfresser speziell führen ihren Bau fast gänzlich mit ihren zarten Schnäbeln aus, die oft dabei stark beschädigt werden, während ihre ebenfalls kleinen und zarten Füße nur zum Herausschaufeln der Erde verwendet werden. Da sind die amerikanischen Höhleneulen und manche Entenarten besser dran, welche sehr kräftige Füße haben und die ganze Arbeit mit deren Hilfe ausführen. Bei den Uferschwalben kann man leicht in den frühen Morgenstunden beide Geschlechter bei der Arbeit des Höhlenbaues beobachten, wie sie in lauter kleinen Portionen die Lößmasse entfernen und 1—2 m tief in den Boden eindringen. Ihre Nester finden sich vor allen Dingen an steilen hohen Abhängen, wo sie oft in großen Kolonien gefunden werden und wohin sie alle Jahre wiederkehren, da dieselben Nester immer wieder benützt werden. Der eigentliche Brutraum in solchen Höhlennestern pflegt mit allerhand Niststoff austapeziert zu sein. In den Uferschwalbennestern finden wir meistens den Boden mit etwas Gras bedeckt, in der Nähe des Meeres ist dieses durch Tang und einige Federn ersetzt. Ähnlich lange Gänge wie die Uferschwalben bauen die Eisvögel, die aber stets allein für sich nisten. Der Boden der Brutkammer wird hier bei den fischfressenden Arten mit von dem Tier ausgewürgten Fischgräten ausgepolstert. Die insektenfressenden Eisvögel der Tropen verwenden Blätter und Grashalme zum gleichen Zweck, während die ähnlich bauenden Bienenfresser (Meropidae) ihre am Ende der oft 3—4 m schief in Lehmwände eindringenden Gänge gelegenen Brutkammern mit einem Federnestchen versehen. Eine noch größere Arbeitsleistung als die Miniervögel müssen diejenigen Vögel leisten, die sich ihre Höhlen in Baumstämmen ausmeißeln. Das tun z. B. die Spechte, welche für diese Arbeit mit ihren starken Schnäbeln vorzüglich ausgerüstet sind. Sie benutzen vielfach schon vorhandene Baumhöhlen, die sie selbst glätten und erweitern. Die Wendehälse und manche in Bäumen nistende Meisenarten benutzen stets solche fertig vorgefundenen Höhlungen. Auch in solchen Baumnestern wird durch hineingetragene Niststoffe erst das eigentliche Lager zubereitet. Die Abb. 484 zeigt am Beispiel des Buntspechtnestes, in welcher Weise ein senkrechter, zum Ausgang nach außen umbiegender Gang die eigentliche Brutkammer mit der Außenwelt verbindet. Auch die Mehrzahl der Papageien sind Höhlennister, sehr viele von ihnen brüten in Baumlöchern. Der einzige Papagei, von dem bekannt ist, daß er ein freies Nest baut (Myopsittacus monachus) ahmt in seinem aus einem Reisighaufen mit einer zentralen Kammer bestehenden Bau

Digitized by Google

Nelson Goodman, *Ways of Worldmaking* (Indianapolis: Hackett Publishing Company, Inc., 1978), 94.

her die Eier durch den Nestbau hindurchschimmern sieht. Nicht sehr viel kunstvoller sind die Nester, welche Störche, Reiher und manche Adlerarten errichten. Raubvogelarten bauen ganze Türme aus Reisig auf (vgl. Abb. 496 S. 604); bei unsern Elstern ist das eigentliche Nest von oben her durch eine Art Dach aus Reisern geschützt, welches Krähen und andere Nesträuber von Eiern und Jungen fernhält. Eine weitere Vervollkommnung dieses Nesttyps baut der Schattenvogel (Scopus umbretta).

Die Plattformnester werden bei manchen Arten dadurch vervollkommnet, daß sie in der Mitte einen Napf enthalten, der aus feinen Reisern, Pflanzenwurzeln, oft auch Säugetierhaaren zusammengeflochten ist. So bauen z. B. Kirschkernbeißer (Coccothraustes vulgaris) und Gimpel (Pyrrhula pyrrhula L.).

Diesen Nesttypen wären auch die z. B. auf Wasserpflanzen ruhenden und an solchen befestigten, aus Grashalmen, Rohrstengeln und -blättern, Binsen, Schilf und Erde gefertigten, auf dem Wasser schwimmenden Nester anzureihen, wie sie z. B. der Haubentaucher (Podiceps cristatus (Abb. 486)) baut.

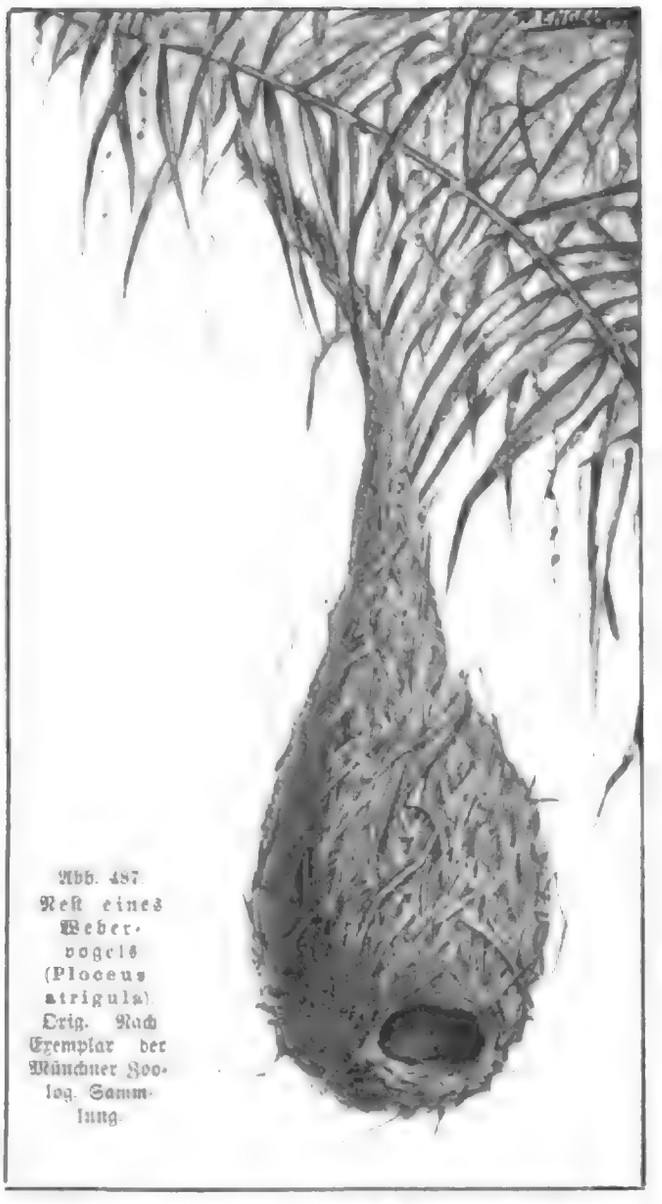


Abb. 487 Nest eines Webervogels (Ploceus atrigula). Orig. Nach Exemplar der Münchner Zoolog. Sammlung.

Ähnliches Material, aber in kunstvollerer Weise verwenden diejenigen Vögel, die man als Nestflechter bezeichnet. Ihre Nester haben eine deutliche Vertiefung, sind aus dürren Reisern oder Stengeln zusammengeflochten und im Innern manchmal mit besonderen Stoffen dicht gemacht. Hierher gehören die Raben- und Krähenarten, sehr viele Singvögel, wie die Finken, Drosseln und Ammern, die große Mehrzahl der Raubvögel, manche Hühnervögel, Stelzvögel und Schwimmvögel. Die Amsel verschmiert die inneren Wände ihres Nestes mit einer glatten Lage von Schlamm, und die Graudrossel sucht zu dem gleichen Zwecke faules Holz zusammen, das sie fein zerbeißt und mit ihrem Speichel vermengt, die Singdrossel fügt oft noch Kuhdung hinzu. Manche Arten verwenden viel feineres Material, um daraus den eigentlichen Bau des Nestes zu flechten. Wir sprechen dann von Webenestern. Sie sind aus dünnen Grashalmen, Würzelchen, Schafwolle, Haaren von Pferden und anderen Huftieren oft in der sorgfältigsten Weise hergestellt. Solche Nester fertigen Distelfink (Fringilla carduelis) und Buchfink (Fringilla coelebs) (Abb. 489). Letzterer verwendet vorwiegend Wolle beim Bau, vor allem des Innennapfes, in den auch feste Haare verflochten werden und dessen Rand oft einige Federn bilden, die sich über den Eiern zusammenneigen. Der Außenbau besteht aus wunderbar verflochtenen Fetzen von Moos und Flechten, zu denen oft mit Spinnenweben befestigte Stückchen von Birkenrinde kommen, so daß das Nest schließlich ganz

Digitized by Google

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) im Blütenschmuck

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) in full bloom

Rhododendron ferrugineum, Alpenrose in bloom

Rhododendron ferrugineum, Alpenrose en fleur

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) en flor

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) in fiore

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) em flor

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) в цвету

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) in bloei

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) i blomstring

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) i blomstring

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) kukkimassa

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) w kwiecie

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) v květu

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) virágzásban

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) în floare

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) în floare

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) în floare

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) u cvatu

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) u cvatu

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) u cvatu

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) çiçek açmış

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) çiçek açmış

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) çiçek açmış

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) 開花

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) 開花

Alpenrose (Rhododendron ferrugineum) 開花

Fig. 1. Lizard. Above, *Lacerta viridis*, the green lizard of Europe; below, *Varanus niloticus*, the Nile monitor.

Fig. 2. Lizard. Above, *Phrynosoma cornutum*, the horned toad of the southwestern United States; below, *Chamaeleo vulgaris*, the chameleon of Africa.

Fig. 1.—Fig. 2.—Fig. 3.—Fig. 4.—Fig. 5.—Fig. 6.—Fig. 7.—Fig. 8.—Fig. 9.—Fig. 10.—Fig. 11.—Fig. 12.—Fig. 13.—Fig. 14.—Fig. 15.—Fig. 16.—Fig. 17.—Fig. 18.—Fig. 19.—Fig. 20.—Fig. 21.—Fig. 22.—Fig. 23.—Fig. 24.—Fig. 25.—Fig. 26.—Fig. 27.—Fig. 28.—Fig. 29.—Fig. 30.—Fig. 31.—Fig. 32.—Fig. 33.—Fig. 34.—Fig. 35.—Fig. 36.—Fig. 37.—Fig. 38.—Fig. 39.—Fig. 40.—Fig.

Figure 1.1 Aerial view of the Mississippi River and Atchafalaya River, Louisiana, United States. The Mississippi River is the dominant river running from the top to the middle right of the photograph, and the Atchafalaya River is the smaller river to the left. The Mississippi River is actively building a delta into the Gulf of Mexico, and the Atchafalaya River is the principal distributary of the Mississippi River. The Atchafalaya River has been increasing its flow relative to the Mississippi River, and the Mississippi River is expected to change its course to the Atchafalaya River in the future. Photograph taken by the National Aeronautics and Space Administration (NASA) Earth Observatory.

Rivers are the most important surface water bodies in the world. They are the primary source of water for human consumption, irrigation, and industry. They are also the primary source of water for aquatic ecosystems.

Fig. 1. Ausgebildete Form von *Ceratium furca* (Ehr.) Clap. et Lachm. Nach Schütt.

Fig. 2. Ausgebildete Form von *Ceratium fusus* (Ehr.) Duj. Nach Schütt.

Fig. 3. Ausgebildete Form von *Ceratium tripos* (O. F. Müll.) Nitzsch. Nach Schütt.

Fig. 4. Ausgebildete Form von *Ceratium macroceros* (Ehr.) Vanhöffen. Nach Schütt.

Fig. 5. Ausgebildete Form von *Ceratium longipes* (Bail.) Gran. Nach Schütt.

Fig. 6. Ausgebildete Form von *Ceratium lineatum* (Ehr.) Cleve. Nach Schütt.

Fig. 7. Ausgebildete Form von *Ceratium arcticum* (Lebour) Cleve. Nach Schütt.

Fig. 8. Ausgebildete Form von *Ceratium pentagonum* Gran. Nach Schütt.

Fig. 9. Ausgebildete Form von *Ceratium pentagonum* Gran var. *longipes* Jörgensen. Nach Schütt.

Fig. 10. Ausgebildete Form von *Ceratium pentagonum* Gran var. *curvatum* Jörgensen. Nach Schütt.

Fig. 11. Ausgebildete Form von *Ceratium pentagonum* Gran var. *gracile* Jörgensen. Nach Schütt.

Fig. 12. Ausgebildete Form von *Ceratium pentagonum* Gran var. *latum* Jörgensen. Nach Schütt.

Fig. 13. Ausgebildete Form von *Ceratium pentagonum* Gran var. *robustum* Jörgensen. Nach Schütt.

Fig. 14. Ausgebildete Form von *Ceratium pentagonum* Gran var. *typicum* Jörgensen. Nach Schütt.

Fig. 15. Ausgebildete Form von *Ceratium pentagonum* Gran var. *wagneri* Jörgensen. Nach Schütt.

Fig. 16. Ausgebildete Form von *Ceratium pentagonum* Gran var. *wagneri* Jörgensen. Nach Schütt.

Digitized by Google

Mr. Hall, of Bridgwater, has a fine collection of Roman coins, found in the neighbourhood of Ilchester, and has kindly allowed me to examine them. Among them are a number of the Constantine family, and a few of Carausius and Allectus. Mr. Hall has also a fine collection of Roman pottery, found in the same locality, and has kindly allowed me to make a drawing of a portion of it. The drawing is reproduced in the accompanying illustration.

Mr. Hall has also a fine collection of Roman pottery, found in the same locality, and has kindly allowed me to make a drawing of a portion of it. The drawing is reproduced in the accompanying illustration.

Kirche, evangelische, in Wiesenbronn, Gde. Wiesenbronn, Lkr. Kitzingen, Bayern. Die K. ist ein spätgotischer Bau mit Chorturm und Langhaus, das 1722 nach Westen verlängert wurde. Der Turm hat Schallöffnungen mit Maßwerk und ein Satteldach. Das Innere des Langhauses ist flachgedeckt. Der Chor hat ein Kreuzrippengewölbe. Die Wandmalereien stammen aus dem 15. Jh. Sie zeigen u. a. eine Kreuzigung und Szenen aus der Passion Christi. Die Kanzel ist ein Werk des Barock.

Kirche, evangelische, in Wiesenfeld, Gde. Wiesenfeld, Lkr. Ansbach, Bayern. Die K. ist ein spätgotischer Bau mit Chorturm und Langhaus, das 1722 nach Westen verlängert wurde. Der Turm hat Schallöffnungen mit Maßwerk und ein Satteldach. Das Innere des Langhauses ist flachgedeckt. Der Chor hat ein Kreuzrippengewölbe. Die Wandmalereien stammen aus dem 15. Jh. Sie zeigen u. a. eine Kreuzigung und Szenen aus der Passion Christi. Die Kanzel ist ein Werk des Barock.

Fig. 68. Male Ruff (*Philomachus pugnax*) displaying on the lek. Photograph by Eric Hosking.

Ruffs, the males of which are polymorphic in plumage, are famous for their leks. Each male has a territory on the lek, which he defends against other males. Females visit the lek to be courted and mated, but they do not remain there to nest. Each male displays in his territory, and females choose among the males. Males with territories in the center of the lek are visited more often than those on the periphery, and they mate more often. Males with territories on the periphery rarely mate. Males with territories in the center of the lek are also more likely to be dominant males, which are more likely to mate with females that visit the lek. Males with territories on the periphery are more likely to be subordinate males, which are less likely to mate with females that visit the lek

Eier ausgebrütet werden. Die Jungen graben sich aus dem Sand aus und rennen sofort in den Wald.

Die Sarasins fanden den Maleo auch nicht selten im Innern von Celebes, weit von der Küste, und bestätigten durch ihre Beobachtungen die alten Angaben, daß der Vogel im Inland die Nähe von heißen Quellen oder Orte vulkanischer Tätigkeit aufsucht, um die dort entwickelte Hitze zur Erwärmung seiner Brutlöcher auszunutzen.

Ähnlich wie der Maleo legen Megapodius Wallacei von Gilolo, Ternate und Buru, M. brenchleyi aus dem Bismarckarchipel und den Salomonsinseln und M. pritchardi von der Hope-Insel ihre Eier in den sonnendurchwärmten Sand der Küsten. Andere Arten der Großfußhühner jedoch wenden kompliziertere Methoden beim Brutgeschäft an. Sie bauen z. T. ganz kolossale Hügel, in denen die Gärungswärme sich zersetzender pflanzlicher Substanzen die Eier ausbrütet.

Unter den hügelbauenden Großfußhühnern ist der sog. Thermometervogel (Lipoa ocellata) auf seine Gewohnheiten genauer untersucht worden. Dieser Vogel bewohnt das südliche Australien und vor allen Dingen solche Gegenden, welche menschenleer und mit einem offenen niederen Busch bestanden sind. Zum Nestbau bevorzugt er Gegenden, in denen sandiger Boden vorherrscht. Der Vogel wählt zur Errichtung des Nesthügels eine Lichtung im Busch, welche nach Norden oder Osten offen ist, so daß die Sonne gut hineinscheinen kann.

Die Lage des Nestes zur Sonne ist eine so konstante, daß die Buschleute sich danach orientieren. Hinter dem Nest ist gewöhnlich dichter Busch, der Windschutz gewährt. Manchmal benutzen die Vögel zum Bau Sandhügel, die von Kaninchen aufgeworfen sind. In der Regel beginnt der Vogel beim Bau, indem er zuerst eine rundliche Grube von 60 cm Breite und 30 cm Tiefe in den Boden scharrt. Der ausgekratzte Sand bildet nun einen Wall um die Grube. Man findet stets nur ein Paar der Vögel an der Arbeit am selben Bruthügel. In die Grube scharren sie welke Blätter, allerhand Pflanzenteile, Rindenstücke und kleine Ästchen hinein und bilden davon einen Haufen von etwa 50—60 cm Höhe. Dieses Pflanzenmaterial schaffen sie oft aus einer Entfernung von 60—70 m herbei, und zwar kehren sie dabei den Boden mit ihren starken Füßen und mit Flügeln und Brust ab, so daß er wie künstlich gesäubert aussieht. Bei dieser Tätigkeit beschädigt das Tier seine Flügel ziemlich erheblich. Wenn die von einem Ringwalle von Sand umgebene Grube mit Pflanzenmaterial gefüllt ist, dann wird sie 4—5 Monate offen stehen gelassen. Das Material saugt sich in dieser Zeit voll Regenwasser und bleibt sehr feucht. Diese Tatsache der monatelangen Vorbereitung des Brutgeschäftes, welche schon Semon bei Telegallus lathami beobachtet und in ihrer Bedeutung gewürdigt hatte, ist außerordentlich bemerkenswert. 6—9 Tage, ehe die Henne zu legen beginnt, wird im Zentrum des Pflanzenmaterials die Eikammer gebildet, indem ein Loch von 40—50 cm Breite und 50—60 cm Tiefe vom Weibchen herausgekratzt wird. Die Seiten der Eikammer sind in der Regel hart und glatt und bestehen aus ineinander geflochtenen Ästchen, Blättern und Halmen. Der Bau der Eikammer dauert ungefähr $1^1/_2$ Stunden. Die pflanzlichen Trümmer, die herausgekratzt worden waren, werden am selben Tag gemischt mit etwas Sand wieder in die Eikammer hineingetan, und dann wird das ganze Gebilde zu einem pyramidenförmigen Hügel aufgehäuft. Wenn der Hügel fertig ist, hat er eine Höhe von 80—110 cm und einen Durchmesser am Grunde von 4—6 m. Die Vögel arbeiten am Hügel nur morgens in den ersten vier Morgenstunden und für eine kurze Weile auch am Nachmittag; auch bei Mondlicht hat man sie gelegentlich arbeiten sehen. Die Arbeit an einem neuen Hügel nimmt 25—35 Tage in Anspruch. Es ist also eine ganz enorme Arbeitsleistung, welche diese Tiere bei ihrer Tätigkeit vollbringen. Noch erstaunlicher

Digitized by Google

Bild 10.1 Grundwasserströmung in einem Kiesbett

Bild 10.1 zeigt eine Grundwasserströmung in einem Kiesbett. Das Wasser fließt durch die Poren zwischen den Kieselsteinen. Die Poren sind sehr klein, und die Reibung des Wassers an den Kieselsteinen ist sehr groß. Deshalb ist die Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers sehr gering. Sie beträgt nur einige Meter pro Tag.

Die Grundwasserströmung ist eine laminare Strömung. Sie kann mit dem Gesetz von Darcy berechnet werden. Dieses Gesetz wurde 1856 von dem französischen Ingenieur Henry Darcy (1803–1858) aufgestellt.

Darcy untersuchte die Strömung in einem Rohr, das mit Sand gefüllt war. Er fand heraus, dass die Durchflussmenge Q proportional zum Druckunterschied Δp ist. Außerdem ist Q proportional zur Querschnittsfläche A des Rohres und umgekehrt proportional zur Länge l des Rohres. Diese Abhängigkeiten können in einer Gleichung zusammengefasst werden:

$$Q = k_f \cdot A \cdot \frac{\Delta p}{l}$$

Der Proportionalitätsfaktor k_f heißt Durchlässigkeitsbeiwert. Er ist eine Stoffeigenschaft des Sandes. Sie hängt von der Größe der Sandkörner und der Porosität ab.

Die Porosität n ist das Verhältnis des Porenvolumens V_P zum Gesamtvolumen V:

$$n = \frac{V_P}{V}$$

Die Porosität liegt zwischen 0 und 1. Sie wird oft in Prozent angegeben.

Die Durchlässigkeit ist ein Maß für die Fähigkeit eines Bodens, Wasser durchzulassen. Sie wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert k_f beschrieben. Je größer k_f ist, desto durchlässiger ist der Boden.

Die Durchlässigkeit hängt von der Größe der Bodenkörner ab. Grobkörniger Boden hat eine hohe Durchlässigkeit. Feinkörniger Boden hat eine geringe Durchlässigkeit.

Die Durchlässigkeit hängt auch von der Porosität ab. Ein Boden mit vielen Poren hat eine hohe Durchlässigkeit. Ein Boden mit wenigen Poren hat eine geringe Durchlässigkeit.

Die Durchlässigkeit hängt auch von der Zähigkeit des Wassers ab. Kaltes Wasser ist zähflüssiger als warmes Wasser. Deshalb ist die Durchlässigkeit bei kaltem Wasser geringer als bei warmem Wasser.

Die Durchlässigkeit hängt auch von der Dichte des Wassers ab. Salzwasser ist dichter als Süßwasser. Deshalb ist die Durchlässigkeit bei Salzwasser geringer als bei Süßwasser.

Die Durchlässigkeit hängt auch von der Temperatur

Diese fortgesetzte Brutpflege des Pärchens ist sehr merkwürdig und erstreckt sich auf alle möglichen Einzelheiten. Ändert man irgend etwas an dem Nesthügel, so repariert ihn der Vogel alsbald wieder. Ja er kontrolliert sogar die Lage des einzelnen Eies. Die 10 bis 14 Eier, die sich in der Eikammer finden, sind nämlich in der Regel in vier Schichten übereinander angeordnet. In jeder Schicht sind 3—5 Eier, die alle aufrecht stehen, mit der Spitze nach unten, und nach allen Seiten durch Pflanzenmulm von ihren Nachbarn getrennt sind. So ist jedes Ei geschützt gegen Druck und Stoß, der Gärungswärme ausgesetzt und vor Abkühlung gesichert.

Öffnet ein Beobachter den Hügel und stört die Anordnung der Eier, so stellen die Vögel, die unablässig das Nest beobachten, alles in der ursprünglichen Weise wieder her. Mit ihren groben Füßen richten sie jedes Ei wieder auf, ohne eines zu beschädigen. Und jedes Ei steht mit dem stumpfen Ende, mit der Luftkammer nach oben; denn an diesem Ende entwickelt sich ja der Kopf des Embryos. Wenn das junge Großfußhuhn nach etwa 45 Tagen sein Ei verläßt, so rudert es sich schnell durch den Mulm und Sand des Hügels an die Oberfläche: Kopf und Zehen liegen im Ei schon bereit am Vorderende, damit das junge Tier, ohne Zeit zu verlieren, mit den zweckmäßigen Bewegungen beginnen kann. Da seine Federn, die schon weit entwickelt sind, alle nach rückwärts gerichtet sind, hebt jede Bewegung das junge Tier in dem losen Sande nach oben. Zuerst taucht der Kopf aus dem Sande auf, dann der übrige Körper; das kleine Tier, das infolge seiner bräunlichen Fleckung schwer vom Untergrund zu unterscheiden ist, schüttelt sich, gähnt und rennt dann, ohne einen Laut von sich zu geben, schnurstracks in den dichten Busch hinein. Gräbt man ein junges Tier wieder in den Hügel, so ist es nicht imstande, sich wieder auszugraben, sondern erstickt im Sande.

Die jungen Tiere aus dem gleichen Hügel finden sich im Busch zusammen, leben unabhängig von den Eltern, die sich nun um sie nicht mehr kümmern, am Boden, nachts sich im dichtesten Gebüsch versteckend, bis sie halb erwachsen sind. Dann beginnen sie aufzubäumen und finden hoch in den Ästen den besten Schutz vor ihren zahlreichen Feinden, die sie am Boden zu dezimieren vermochten.

In den tropischen Waldgegenden des nördlichen Australiens, von Neu-Guinea und Indonesien bauen die Großfußhühner ihre Hügel fast nur aus Pflanzenmaterial und Erde. Bei manchen Arten wirken zwei oder mehr Weibchen zusammen, um kolossale Hügel zu errichten, welche mehrere Meter hoch sind und 12—14 m im Umfang messen. In solchen Hügeln, z. B. bei Talegallus fuscirostris in Neu-Guinea, finden sich nach Rosenberg mehrere (z. B. 5) Eikammern, wahrscheinlich so viele, als Weibchen bzw. Pärchen am Bau mitwirkten. Man findet dann in einem Hügel 36 und mehr Eier. Gilbert hat in Australien einen Bruthügel von Megapodius dupperyi untersucht, der 3 m hoch war und 20 m Umfang hatte. Er war vollkommen aus Pflanzenmulm gebildet und stand in so dichtem Urwald, daß die Sonne ihn nicht erreichen konnte. Hier mußte also die Gärungswärme die ja nicht allzu große Steigerung der Nesttemperatur über die Außentemperatur leisten. Solche Riesenhügel werden angeblich von vielen Vögeln gebaut und jahrelang von verschiedenen Paaren immer wieder benutzt. Nicht selten wachsen junge Bäume aus ihnen hervor. Man trifft aber auch bei den großen Hügeln nur ein Pärchen der Großfußhühner auf einmal an.

Wir haben damit drei Typen des Brutgeschäftes bei den Großfußhühnern kennen gelernt: 1. Ausbrüten im heißen Sand, wobei die Sonne oder vulkanische Kräfte die Wärme liefern. 2. Ausbrüten durch Kombination von Sonnenwärme und Gärungswärme in

Digitized by Google

Fig. 1. Ein Mann aus Bhutan.

Fig. 2. Ein Mann aus Sikkim.

Fig. 3. Ein Mann aus Nepal.

Fig. 4. Ein Mann aus Kumaon.

Fig. 5. Ein Mann aus Garhwal.

Fig. 6. Ein Mann aus Kashmir.

Fig. 7. Ein Mann aus Ladak.

Fig. 8. Ein Mann aus Gilgit.

Fig. 9. Ein Mann aus Hunza.

Fig. 10. Ein Mann aus Nagar.

Fig. 11. Ein Mann aus Yasin.

Fig. 12. Ein Mann aus Chitral.

Fig. 13. Ein Mann aus Kafiristan.

Fig. 14. Ein Mann aus Swat.

Fig. 15. Ein Mann aus Dir.

Fig. 16. Ein Mann aus Bajaur.

Fig. 17. Ein Mann aus Afghanistan.

Fig. 18. Ein Mann aus Afghanistan.

Fig. 19. Ein Mann aus Afghanistan.

Fig. 20. Ein Mann aus Afghanistan.

Fig. 21. Ein Mann aus Afghanistan.

Fig. 22. Ein Mann aus Afghanistan.

Fig.

1888. a and b, Ovarian ova of Rabbit, from Kölliker. c, Ovum of Rabbit, from Bischoff. d, Ovum of Dog, from Bischoff. e, Ovum of Cat, from Bischoff. f, Ovum of Sheep, from Bischoff. g, Ovum of Pig, from Bischoff. h, Ovum of Guinea-pig, from Bischoff. i, Ovum of Bat, from Bischoff. k, Ovum of Mouse, from Bischoff. l, Ovum of Hedgehog, from Bischoff. m, Ovum of Mole, from Bischoff. n, Ovum of Marmot, from Bischoff. o, Ovum of Squirrel, from Bischoff. p, Ovum of Hare, from Bischoff. q, Ovum of Ferret, from Bischoff. r, Ovum of Weasel, from Bischoff. s, Ovum of Stoat, from Bischoff. t, Ovum of Fox, from Bischoff. u, Ovum of Wolf, from Bischoff. v, Ovum of Lion, from Bischoff. w, Ovum of Tiger, from Bischoff. x, Ovum of Elephant, from Bischoff. y, Ovum of Horse, from Bischoff. z, Ovum of Ass, from Bischoff. a, Ovum of Zebra, from Bischoff. b, Ovum of Camel, from Bischoff. c, Ovum of Giraffe, from Bischoff. d, Ovum of Ox, from Bischoff. e, Ovum of Deer, from Bischoff. f, Ovum of Roe, from Bischoff. g, Ovum of Chamois, from Bischoff. h, Ovum of Goat, from Bischoff. i, Ovum of Antelope, from Bischoff. k, Ovum of Monkey, from Bischoff. l, Ovum of Man, from Bischoff. m, Ovum of Man, from Bischoff. n, Ovum of Man, from Bischoff. o, Ovum of Man, from Bischoff. p, Ovum of Man, from Bischoff. q, Ovum of Man, from Bischoff. r, Ovum of Man, from Bischoff. s, Ovum of Man, from Bischoff. t, Ovum of Man, from Bischoff. u, Ovum of Man, from Bischoff. v, Ovum of Man, from Bischoff. w, Ovum of Man, from Bischoff. x, Ovum of Man, from Bischoff. y, Ovum of Man, from Bischoff. z, Ovum of Man, from Bischoff.

Secretary Bird (*Serpentarius secretarius*). Length 4 feet. Wing 2 feet 3 inches. Tail 2 feet. Tarsus 1 foot 6 inches. Bill 2 inches. Bare space round eye yellow. Iris brown. Bill black. Cere yellow. Legs and feet yellow. Plumage grey, black and white. Crest and tail-feathers black. Thighs and vent-feathers white. Wing-coverts grey. Primaries black, white at base. Secondaries grey, white at tip. Tail-feathers black, white at tip. Female smaller.

The Secretary Bird is confined to the African region. It lives on the open plains, and is rarely seen in forests. It is a bird of prey, but it is also a destroyer of snakes, and is therefore protected by the natives. It is a large bird, standing about 4 feet high, and has a long tail and long legs. It is a very graceful bird, and is often seen in pairs. It is a very good runner, and can run very fast. It is a very good flyer, and can fly very high. It is a very good swimmer, and can swim very well. It is a very good climber, and can climb very well. It is a very good digger, and can dig very well. It is a very good builder, and can build very well. It is a very good nester, and can nest very well. It is a very good parent, and can raise its young very well. It is a very good hunter, and can hunt very well. It is a very good fighter, and can fight very well. It is a very good survivor, and can survive very well. It is a very good bird, and can be very well.

Abb. 1. Ausschnitt aus einer Kultur von *Aspergillus fumigatus* Fres. auf Czapek-Dox-Agar. Vergr. 1:1. Aufnahme mit Leitz-Makrotar 1:4 f = 100 mm.

Abb. 2. Ausschnitt aus einer Kultur von *Aspergillus fumigatus* Fres. auf Czapek-Dox-Agar. Vergr. 1:1. Aufnahme mit Leitz-Makrotar 1:4 f = 100 mm.

Abb. 3. Ausschnitt aus einer Kultur von *Aspergillus fumigatus* Fres. auf Czapek-Dox-Agar. Vergr. 1:1. Aufnahme mit Leitz-Makrotar 1:4 f = 100 mm.

Spitzmäuse, Erdbauten bewohnen, verlassen diese und die an sie anschließenden Gänge nur ausnahmsweise. Sie wohnen dauernd unter der Erde. Alle diese Formen benützen die Wohnkammer des Baues, eventuell auch einen besonders angelegten Raum als Brutkammer. Die weibliche Spitzmaus fertigt am Ende eines ihrer Gänge ein kuppelförmiges Nest an, welches sie mit Blättern, Haaren und Federn auspolstert.

So bringen auch die Biber ihre Jungen in jenen eigentümlichen Hüttenstädten zur Welt, die sie aus Ästen und Zweigen im Wasser zu errichten pflegen. Jene kegelförmigen Hütten verfertigen sie stets in seichtem Wasser, so daß eine hinreichend große Wasserfläche nach allen Seiten die Ansiedelung umgibt, um die Annäherung von Feinden unmöglich zu machen. Die Hütten haben einen Eingang unter Wasser und mindestens einen vom Land. Die Geburtshütten sind besonders sorgfältig gebaut und mit von den Stämmen abgenagten feinen Holzspänen ausgekleidet. Ich habe mit Recht den Ausdruck „Ansiedelung" verwendet, denn die Biber sind gesellige Tiere, welche meist in großen Scharen zusammen leben und ihre Hütten nebeneinander aufschlagen. Ist ein seichtes Wasser von hinreichender Ausdehnung nicht zur Verfügung, so dämmen die Biber einen Bach oder ein Flüßchen ab, indem sie durch ihre Nagetätigkeit Bäume fällen. Sie wissen dieselben in so geeigneter Weise zum Fallen zu bringen, daß sie sich übereinandertürmend einen Wall bilden, dessen Lücken die Biber durch Astwerk, herbeigeschleppten Schlamm und Rasenstücke ausfüllen.

Es gibt aber auch Säugetiere, welche, ohne selbst normalerweise in Erdlöchern oder Höhlen zu wohnen, solche anfertigen, um in ihnen ihre Jungen zur Welt zu bringen. So wühlen z. B. die nordamerikanischen Wölfe und Präriewölfe Höhlen in den Grund, in welchen die Jungen zur Welt kommen, in welchen sie auch einige Wochen nach der Geburt sich aufhalten; während dieser Zeit geht die Mutter auf Jagd aus, um bei der Rückkehr die Jungen zu säugen oder, wenn sie weiter herangewachsen sind, ihnen von der mitgebrachten Beute auszuteilen. Auch die Luchse und nicht wenige Angehörige des Geschlechtes der Katzen bringen mit Vorliebe ihre Jungen in Baumhöhlen zur Welt.

Überhaupt alle Raubtiere sind genötigt, ihre sehr hilflosen Jungen an einem bestimmten Ort zu gebären, an den sie immer wieder zurückkehren, um die Jungen zu säugen, wenn sie zu ihrer eigenen Ernährung Exkursionen unternommen hatten. Diese Brutplätze sind oft nichts weiter als ein freier Platz im Gebüsch, an dem etwa die Gesträuche umgeknickt sind oder aus Gras, Laub und Ästen ein Lager hergerichtet ist. Oft ist dies allerdings der gleiche Schlupfwinkel, an dem sie je nach ihren Gewohnheiten tags oder nachts zu liegen und zu schlafen pflegen. Die Pumas, welche, wenn Höhlen vorhanden sind, diese gern aufsuchen, fertigen sich in Ermangelung von solchen im Dickicht ein Lager aus Ästchen und Moos an, das sie mit grünen Zweigen überdachen. Bären, welche ohnehin gerne in Höhlen wohnen, bringen dort ihre Jungen zur Welt. Die Eisbärin gebiert in einer Schneehöhle, die sie selbst ausgegraben hat. Wahrscheinlich werden solche Schneehöhlen im Winter mehrmals während der auch dann fortgesetzten Jagdwanderungen angefertigt. Die Geburtshöhle allerdings wird im Spätherbst angelegt.

Von Robben und anderen Seesäugetieren haben wir schon früher gehört, daß sie vor allem einsame Inseln aufsuchen, um dort das Fortpflanzungsgeschäft abzumachen (S. 475). Bei Huftieren mit ihren frühflüchtigen Jungen sind Nester und ähnliches ganz unnötig. Manche Rinder und Antilopen ziehen sich zum Gebären ins Gebüsch zurück; das gilt insbesondere für Hirsche, deren Junge etwas unbeholfener zur Welt kommen als diejenigen der anderen Wiederkäuer. Noch mehr gilt das für Wildschweine und Pekaris, die gerne verborgene Schlupfwinkel im Wald, Höhlen und hohle Bäume zum Geburtslager wählen, an welchem

Digitized by Google

Fig. 1. Mixed forest of *Nothofagus* and *Podocarpus* on the Mt. Tarawera lahar, 1.5 km from the crater. Photographed in 1947, 18 years after the eruption. Trees are 3–4 m high. Photograph by Dr. Leonard Cockayne.

Abb. 506. Schlafnest des Orang-Utan. Orig.-Photographie nach dem Exemplar des Basler Zoologischen Museums. Verkl. $^1/_{20}$. Natürl. Durchmesser ca. 1,20 m.

aus den Fasern der äußeren Hülle der Kokosnuß. Siebenschläfer, Haselmäuse und Zwergmäuse sind nestbauende Nager aus unserer einheimischen Tierwelt; besonders die aus Gras geflochtenen Nester der letzteren erinnern ganz außerordentlich an Vogelnester (Abb. 505). Auch von den eierlegenden Säugetieren, wie dem Ameisenigel, werden wir später erfahren (S. 636), daß er sein Ei in einer Erdhöhle zur Welt bringt; vom Schnabeltier, dessen Bau wir früher (S. 337) beschrieben, ist anzunehmen, daß es in diesem sein Ei legt. Unter den Beuteltieren sind zwei Arten bekannt, welche in Erdhöhlen ihre Jungen gebären: das pinselschwänzige Bergwallaby (Petrogale penicillata) und der Beuteldachs (Perameles nasutus). Beide überwölben den Eingang des Baues mit Gras und Zweigen. Auch bei anderen in hohlen Bäumen oder Erdlöchern hausenden Beuteltieren, so auch dem maulwurfähnlich im Erdboden wühlenden Beutelmoll (Notorhyctes), ist es wohl wahrscheinlich, daß sie in diesen ihren Schlupfwinkeln gebären.

Selbst die höchststehenden Säugetiere, die Affen, und zwar speziell unter ihnen die Menschenaffen, bauen Nester. Diese Nester dienen aber zunächst nicht der Versorgung der jungen Brut, sondern ausschließlich als Schlafnester für das Individuum selbst. Auf den Kronen hoher Bäume biegt z. B. der Orang-Utan einige Äste zu einem napfförmigen Gebilde zusammen, flicht eine Anzahl abgebrochener Zweige hinein, so daß ein relativ fester Sitz entsteht, in welchem er behaglich die Nacht zubringen kann. Die nebenstehende Photographie (Abb. 506) gibt ein Bild von diesen etwas festeren Nestbauten der Orang-Utan, die scheinbar auch von den Tieren zu wiederholten Malen benützt werden. Gorilla und Schimpanse dagegen machen ein viel primitiveres Schlafnest aus einigen abgerissenen und übereinandergehäuften Zweigen, und zwar fertigen sie sich für jede Nacht ein neues derartiges Lager an. — Ob die Weibchen der Menschenaffen ihre Jungen in solchen Schlafnestern zur Welt bringen, ist unbekannt. Unwahrscheinlich ist es nicht, da bei anderen Affenformen in der Gefangenschaft beobachtet worden ist, daß sie sich kurz vor der Geburt an einen dunkeln, gesicherten und einsamen Ort zurückzuziehen suchen.

7. Die Eiablage der Tiere.

Die verschiedenen Tiere legen ihre Eier in einem ganz verschiedenen Entwicklungszustand ab. Sehr viele niedere Tiere lassen die Eier aus dem Körper austreten in einem Zustand, in dem noch kein Vorgang der Entwicklung sich vollzogen hat. Wir unterscheiden solche Formen als

Digitized by Google

1. eierlegende oder ovipare Tiere.

Schon die Angaben der früheren Abſchnitte haben uns darüber belehrt, daß die noch unentwickelten Eier wiederum in verſchiedenem Zuſtand von den Tieren ausgeſtoßen werden können. So haben wir von den Seeigeln, den Knochenfiſchen und Froſchlurchen gehört, daß die Eier erſt nach dem Verlaſſen des mütterlichen Körpers befruchtet werden. Es findet alſo bei dieſen Tieren äußere Befruchtung ſtatt. Bei vielen anderen Tierformen werden die Eier in noch vollkommen unentwickeltem Zuſtande abgelegt, obwohl vorher eine Befruchtung ſchon ſtattgefunden hat. So iſt z. B. bei der Mehrzahl der Inſekten die innere Befruchtung die Regel, trotzdem beginnt die Furchung des Eies erſt kürzere oder längere Zeit nach der Eiablage außerhalb des mütterlichen Körpers. Bei ſolchen Tieren mit innerer Befruchtung liegt aber die Möglichkeit ſehr nahe, daß Entwicklungsſchritte bereits im Innern des mütterlichen Körpers einſetzen. Das iſt auch tatſächlich bei ſehr vielen Tieren aus allen möglichen Gruppen der Fall. Wir nennen ſolche Tiere

2. eiergebärende oder ovovivipare Tiere.

Wenn das Ei den mütterlichen Körper verläßt, ſind an dem in ihm enthaltenen Embryo ſchon eine Anzahl von Entwicklungsſchritten abgelaufen. Wir müſſen alſo z. B. die Vögel als ovovivipare Tiere bezeichnen, da in ihren Eiern bei der Ablage ſchon ein Blaſtoderm entwickelt iſt. Sehr intereſſante Beiſpiele für die Übergänge zwiſchen eierlegenden und lebendgebärenden Tieren bieten uns die Würmer und unter ihnen z. B. die paraſitiſchen Formen aus der Gruppe der Nematoden dar (vgl. Abb. 507). Wir haben z. B. früher ſchon darauf hingewieſen, daß unter ihnen die Ascaris-Arten noch ganz unentwickelte Eier ablegen, während bei Oxyuris vermicularis die abgelegten Eier in ihrer dünnen Hülle einen vollkommen ent-

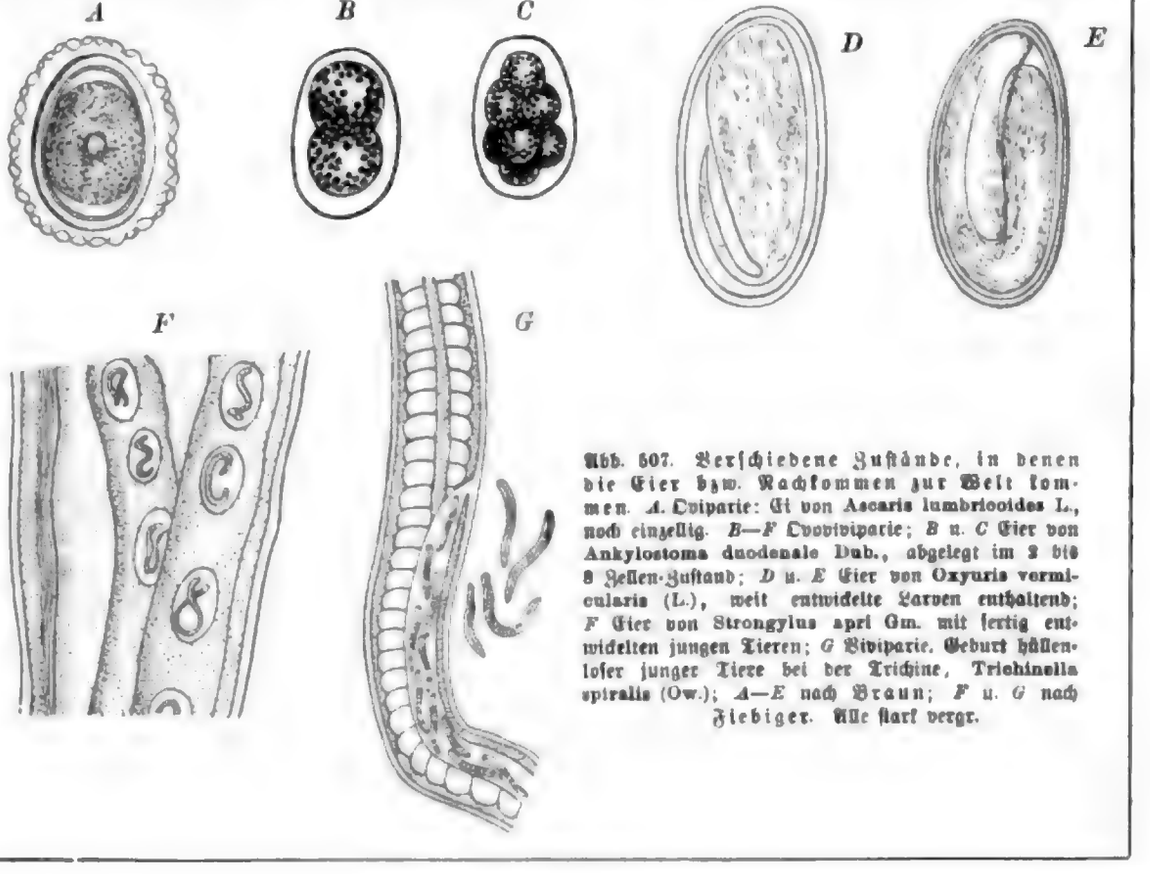


Abb. 507. Verſchiedene Zuſtände, in denen die Eier bzw. Nachkommen zur Welt kommen. *A* Oviparie: Ei von Ascaris lumbricoides L., noch einzellig. *B—F* Ovoviviparie; *B* u. *C* Eier von Ankylostoma duodenale Dub., abgelegt im 2 bis 8 Zellen-Zuſtand; *D* u. *E* Eier von Oxyuris vermicularis (L.), weit entwickelte Larven enthaltend; *F* Eier von Strongylus apri Gm. mit fertig entwickelten jungen Tieren; *G* Viviparie. Geburt hüllenloſer junger Tiere bei der Trichine, Trichinella spiralis (Ow.); *A—E* nach Braun; *F* u. *G* nach Ziebiger. Alle ſtark vergr.

Digitized by Google

wickelten Embryo enthalten. Bei der Trichine schließlich ist der Embryo überhaupt von keiner Eihülle umgeben und tritt in vollentwickeltem Zustand aus der Geburtsöffnung des Weibchens hervor. Tiere, welche ihre Jungen in dieser Weise zur Welt bringen, bezeichnen wir als

3. lebendgebärende oder vivipare Tiere.

Wir werden sehen, daß Viviparie bei sehr zahlreichen Tieren, und zwar in allen möglichen Gruppen des Tierreiches unbeschadet der systematischen Verwandtschaft vorkommen kann. Nächstverwandte Tiere, z. B. verschiedene Arten von Insekten, können ovipar, ovovivipar oder vivipar sein. Viviparie ist stets mit einer gewissen Form von Brutpflege verbunden. Dieselbe kann zu so komplizierten und weitgehenden Anpassungen führen, daß die betreffenden Tiere in ihrer Organisation stark dadurch beeinflußt werden. — In solchen Fällen können wir allerdings einen Zusammenhang zwischen Viviparie und systematischer Verwandtschaft feststellen. So sind alle höheren Säugetiere vivipare Organismen. Die Verbreitung und Ausgestaltung der Viviparie und der mit ihr zusammenhängenden Brutpflege soll uns im nächsten Abschnitt beschäftigen.

8. Brutpflege am und im Körper der Eltern.

Schon bei vielen niederen Tieren sehen wir die Nachkommen in mehr oder minder vorgerückten Stadien der Entwicklung den Mutterkörper verlassen. So treten sie z. B. schon bei den Schwämmen als bewimperte Larven aus. Die Befruchtung erfolgt hier im Innern des Mutterkörpers, ohne daß hiezu besondere Organe ausgebildet wären. Die von dem männlichen Schwamm ausgestoßenen Spermatozoen werden mit dem Wasserstrom durch die Poren in das Innere des weiblichen Schwammkörpers aufgenommen. Die an verschiedenen Stellen des Körpergewebes liegenden Eizellen werden da befruchtet, machen die ersten Entwicklungsschritte durch und werden mit dem Wasser ins Meer entleert. Auch bei Nesseltieren kommt innere Befruchtung vor, so bei zahlreichen Hydroidpolypen, Alcyonaceen, Korallen und Aktinien. Bei den Alcyonaceen werden die Eier z. B. noch im Ovarium befruchtet. Bei sehr vielen Nesseltieren treten die Nachkommen in Gestalt ovaler bewimperter Larven aus dem Mutterkörper hervor. Ja bei manchen Formen geht die Brutpflege noch viel weiter. So sehen wir bei ziemlich viel Aktinienarten die jungen Tiere am Mutterkörper Schutz und Ernährung finden. In den europäischen Gewässern kommt häufig eine Aktinienart vor: Bunodes gemmaceus, von der man früher glaubte, daß sie sich durch Knospung vermehre. Man sieht nämlich bei den Muttertieren oft die ganze Basis des Mauerblattes von zahllosen kleinen Polypen besetzt, welche vollkommen dem Muttertier gleichen und tatsächlich ihre Nachkommen sind. Sie sind als junge Larven aus der Gastralhöhle durch die Mundöffnung ausgetreten und haben sich sofort auf der äußeren Haut der Mutter niedergelassen, wo sie einen erhöhten Schutz genießen und eventuell auch in irgendeiner Weise einen Ernährungsvorteil haben. Es ist sehr interessant, daß ähnliche Formen der Brutpflege, zum Teil allerdings mit etwas komplizierteren Einrichtungen bei Aktinien bestimmter Regionen ziemlich häufig sind. Wie wir besonders durch die Untersuchungen von Carlgren erfahren haben, kommt Brutpflege hauptsächlich bei den Aktinien der arktischen, antarktischen und Tiefseegebiete vor. Es sind also diejenigen Regionen, in denen das Meerwasser eine tiefe Temperatur besitzt. Unzweifelhaft ist in diesen Gebieten das junge Tier besonders schutzbedürftig. Und so sehen wir denn die jungen Aktinien dieser Regionen vielfach ihre Entwicklung in tiefen Taschen durchmachen, welche sich von der Außenseite ins

Digitized by Google

Innere des Aktinienkörpers hineinziehen. In anderen Fällen geht die postembryonale Entwicklung der jungen Aktinien im Gastrovaskularraum selbst vor sich.

Unter den Würmern gibt es vor allem zahlreiche ovovivipare Formen. So sind die Trematoden und Cestoden sämtlich ovovivipar, indem bei ihnen in festen Eihüllen eingeschlossene Larvenstadien aus dem Uterus entleert werden. Die Ovoviviparie und Viviparie der Nematoden haben wir bereits erwähnt. Ähnlich wie bei ihnen besteht auch bei den Nemertinen die Brutpflege nur darin, daß die sich entwickelnden Nachkommen in den Geschlechtsorganen des Muttertieres längere Zeit Schutz erfahren. Etwas komplizierter ist die Brutpflege bei einigen Ringelwürmern. Speziell bei den Blutegeln finden wir einige ganz interessante Beispiele für längere Beziehungen zwischen Muttertier und Nachkommen noch nach deren Geburt. Der Rollegel (Clepsine) unserer Binnengewässer transportiert seine Jungen, die sich an seiner Bauchseite ansaugen, lange mit sich herum.

Die Stachelhäuter, welche uns schon für die Vorgänge der Eientleerung und Befruchtung durch die einfachen bei ihnen vorliegenden Verhältnisse den geeigneten Ausgangspunkt boten, stellen auch ein sehr günstiges Material dar, um den Zusammenhang zwischen Oviparie und Viviparie zu erkennen. — Zahlreiche Seeigel, Seesterne und Holothurien haben Brutpflege. Bei ihnen entwickeln sich aus den Eiern nicht freischwimmende Larven, sondern es entstehen ohne Metamorphose bzw. mit abgekürzter Metamorphose junge Tiere, die in allen wesentlichen Eigenschaften, wenn sie auskriechen, schon den alten Tieren gleichen. Jene wesentliche Vorbedingung, die wir seinerzeit für die Entwicklung mit Metamorphose kennen lernten, nämlich, daß die jungen Tiere frühzeitig auf Ernährung von außen angewiesen sind, ist bei ihnen nicht gegeben. Sie entwickeln sich nämlich sämtlich aus Eiern, deren Größe diejenige bei Formen mit Larvenentwicklung bei weitem übertrifft. Wir wollen eine Tabelle der Eimaße einiger Echinodermenarten hier anfügen, aus der mit Klarheit hervorgeht, daß alle Formen mit Brutpflege viel größere, d. h. mit anderen Worten, viel dotterreichere Eier besitzen.

1. Durchmesser der Eier bei Echinodermen ohne Brutpflege:

Sphaerechimus granularis	0,08—0,09	mm	Ophioglypha lacertosa	0,11	mm
Echinus microtuberculatus	0,08—0,1	„	Asterias vulgaris	0,1	„
Strongylocentrotus lividus	0,13	„	Asterias glacialis	0,17	„
Arbacia pustulosa	0,1	„	Asterias rubens	0,16—0,19	„
Echnocyamus pusillus	0,12	„	Holothuria tubulosa	0,1	„

2. Durchmesser der Eier bei Echinodermen mit Brutpflege:

Stereocidaris nutrix	2	mm	Cucumaria crocea	0,7	mm
Hemiaster cavernosus fast	1	„	Cucumaria laevigata	1	„
Amphiura squamata	0,15	„	Cucumaria glacialis	1	„
Ophiomyxa vivipara	0,15	„	Chiridota contorta	0,33	„
Asterina gibbosa	0,5	„			

Daß bei den Echinodermen Dotterreichtum des Eies Voraussetzung für die Entwicklung ohne Metamorphose ist, zeigt uns schon, daß die Brutpflege sich bei diesen Tieren auf die Gewährung von Schutz gegen äußere Unbilden beschränken muß. Nahrung wird den sich entwickelnden Stadien vom Muttertier nicht zugeführt. Dieselben sind vielmehr nur entweder zwischen den Stacheln oder unter den Armen des Muttertieres untergebracht, wo sie vor Feinden wohlbehütet sind. So bilden die Seesternarten aus der Gattung Asterina

Digitized by Google

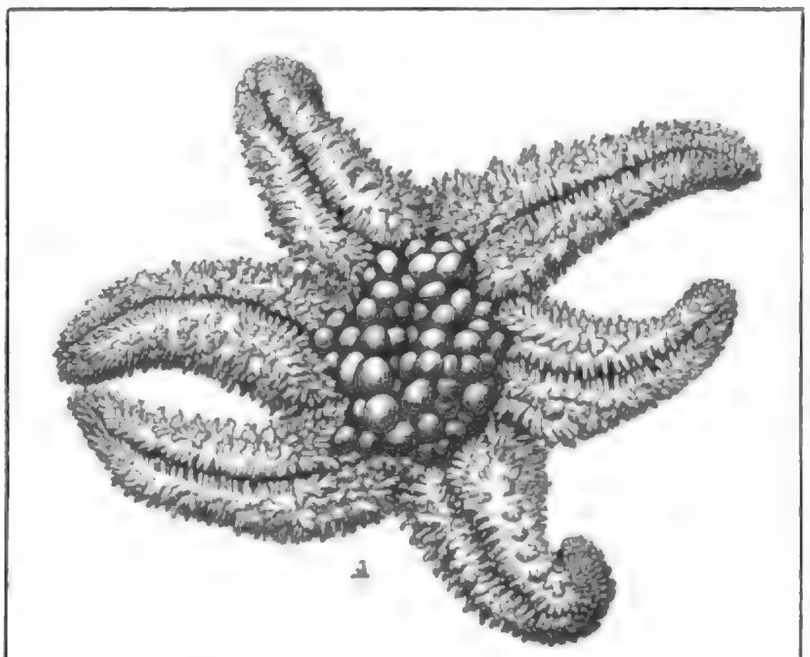


Abb. 508. Asterias hexactis, brutpflegender Seestern der kalifornischen Küste. Von der Unterseite. Vergr. 3mal. Orig. nach der Natur.

u. a. mit ihrem ganzen Körper ein schützendes Dach über das Eierpaket (vgl. Abb. 508 Asterias hexactis d. L.). Bei den Seeigeln sind es die Vertiefungen zwischen den Stacheln und anderen Hautgebilden, welche als Bruträume dienen. Ebenso sind bei vielen Holothurien die Embryonen außen auf der Haut untergebracht, während bei anderen direkt Bruttaschen ausgebildet sind oder die Genitalschläuche als Bruträume Verwendung finden. Bei den Schlangensternen dienen die sogenannten Bursae, geräumige Vorhöfe, in welche die Geschlechtsorgane ausmünden, als Bruträume.

Abb. 509. Cladocere mit zahlreichen Embryonen im Brutraum. Bosmina coregoni Baird var. gibbera Schoedler. Stark vergr. Nach Lilljeborg. Aus Steuer, Planktonkunde.

Während nach gewissenhaften Schätzungen ein gewöhnlicher Seeigel bis zu 20 Millionen seiner dotterarmen Eier produziert, erzeugt ein brutpflegendes Echinoderm nur deren einige Hundert, ja oft kaum ein Dutzend. Bei allen Tieren tritt uns die gleiche Gesetzmäßigkeit entgegen; je höher ausgebildet die Brutpflege ist, desto geringer ist die Zahl der von einem Weibchen hervorgebrachten Eier. Während unser Grasfrosch (Rana esculenta) bis zu 4000 Eier im Jahr zu erzeugen vermag, produzieren die brutpflegenden Frösche der Tropen nur 5—25 Eier. Noch weiter geht die Beschränkung der Nachkommenzahl bei Vögeln und Säugetieren, bei denen, wie wir oben besprachen und noch des öfteren zu erwähnen haben werden, vielfach im Jahr nur ein Junges, ja oft nicht einmal alle Jahre eines erzeugt wird.

Unter den Arthropoden treffen wir verschiedene Formen der Brutpflege schon unter den Crustaceen an. Die ganze Organisation der weiblichen Cladoceren ist durch das Vorhandensein des Brutraumes beeinflußt, welcher im dorsalen Teil der Schale sich befindet. In ihm machen die Sommereier der Daphniden einen Teil der Entwicklung durch, in ihm zum Teil unter Hinzuziehung seiner eigenen Wände wird das sogenannte Ephippium um das Winterei ausgeschieden. Aber bei diesen niederen Krebsen schon bietet der Brutraum der Nachkommenschaft nicht nur Schutz dar, sondern auch Nahrung. Aus den Wänden des Brutraumes wird in denselben eine eiweißartige Flüssigkeit abgeschieden, welche den

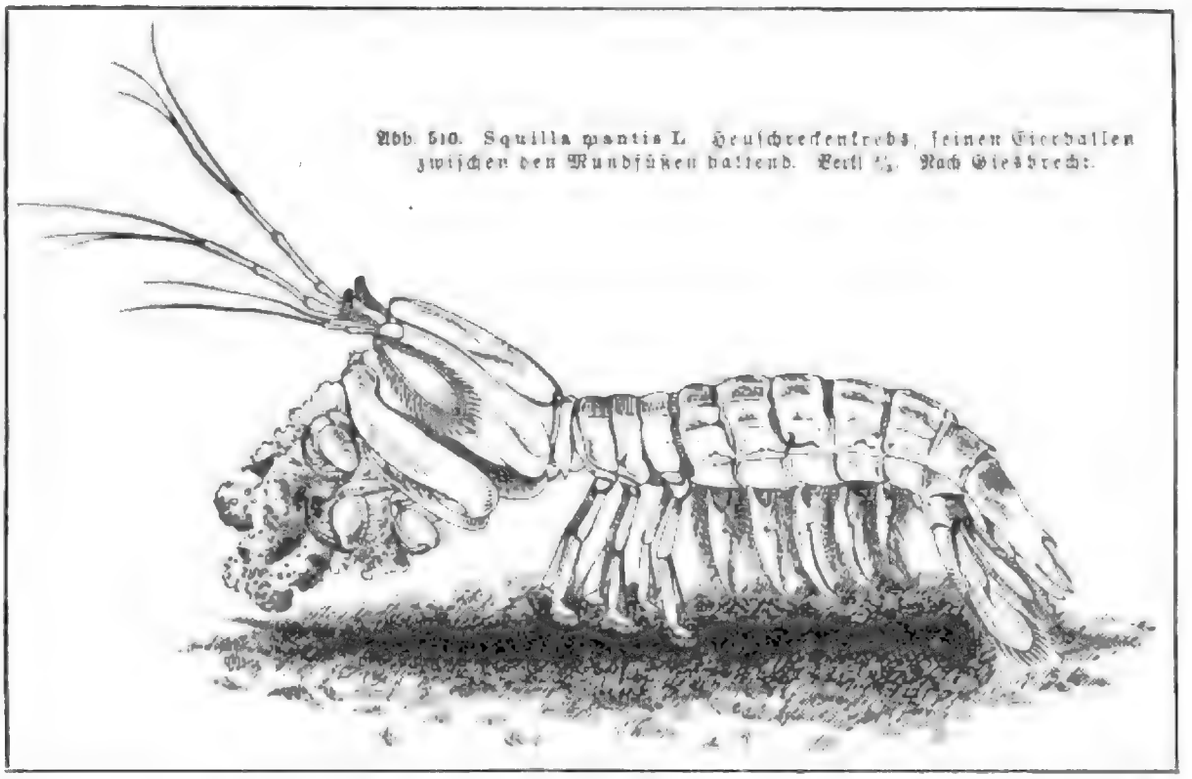


Abb. 510. Squilla mantis L. Heuschreckenkrebs, seinen Eierballen zwischen den Mundfüßen haltend. Berl. ⅔. Nach Giesbrecht.

Embryonen zur Ernährung dient. Es ist allerdings hervorzuheben, daß dies nicht bei allen Cladoceren der Fall ist; so können die Eier von Daphnia und Simocephalus auch nach künstlicher Befreiung aus dem Brutraum sich normal weiter entwickeln. Ausschließlich schützende Bruträume bieten Asseln und Flohkrebse ihrer Nachkommenschaft. Bei den ersteren entwickeln sich von der Basis der Brustfüße aus breite Brutlamellen, welche zwischen der ventralen Wand des Tierkörpers und sich einen Brutraum einschließen, in welchem die Eier einen großen Teil ihrer Entwicklung durchmachen.

Die zu den Spaltfußkrebsen gehörigen Stomatopoden, so z. B. Squilla mantis, halten ihr Eierpaket während seiner Entwicklung zwischen den Mundfüßen (Abb. 510).

Eine gewisse Form der Brutpflege ist bei den höheren Krebsen ganz allgemein verbreitet. Diese, die Dekapoden, zu denen auch unser Flußkrebs gehört, besitzen im weiblichen Geschlecht am Abdomen fünf Paar zarter Spaltfüße, deren Äste mit langen Haaren besetzt sind. An diesen Haaren werden die Eier unmittelbar nach der Ablage in befruchtetem Zustand angehängt. Das weibliche Tier trägt an seinem Abdomen die Eier mit sich herum, wobei sie immer in frisches sauerstoffreiches Wasser gelangen und den Schutz gegen Feinde genießen, den ihnen der Panzer der Mutter darbietet. Diese Brutpflege dauert bei den verschiedenen Arten von Garnelen, Krebsen und Krabben verschieden lange. Bei den meisten marinen Formen, welche im Flachwasser leben, kriechen die Larven aus den relativ kleinen, nicht übermäßig dotterreichen Eiern in einem frühen Entwicklungsstadium aus. Sie müssen dann noch eine lange Metamorphose durchmachen. Viele Tiefseeformen jedoch, manche Bewohner der kalten Zonen, sowie diejenigen Dekapoden, welche am Land und im Süßwasser leben, besitzen auffallend große, dotterreiche Eier. Im Zusammenhang damit erscheint bei ihnen die Metamorphose mehr oder weniger abgekürzt, die Jungen kriechen entweder in sehr späten Larvenstadien aus oder stellen beim Auskriechen schon ein vollkommenes Abbild der Eltern dar. Das ist z. B. bei unserem Flußkrebs der Fall und ebenso bei den italienischen Flußkrabben (Potamon fluviatile), sowie bei den westindischen Landkrabben (Gecar-

Digitized by Google

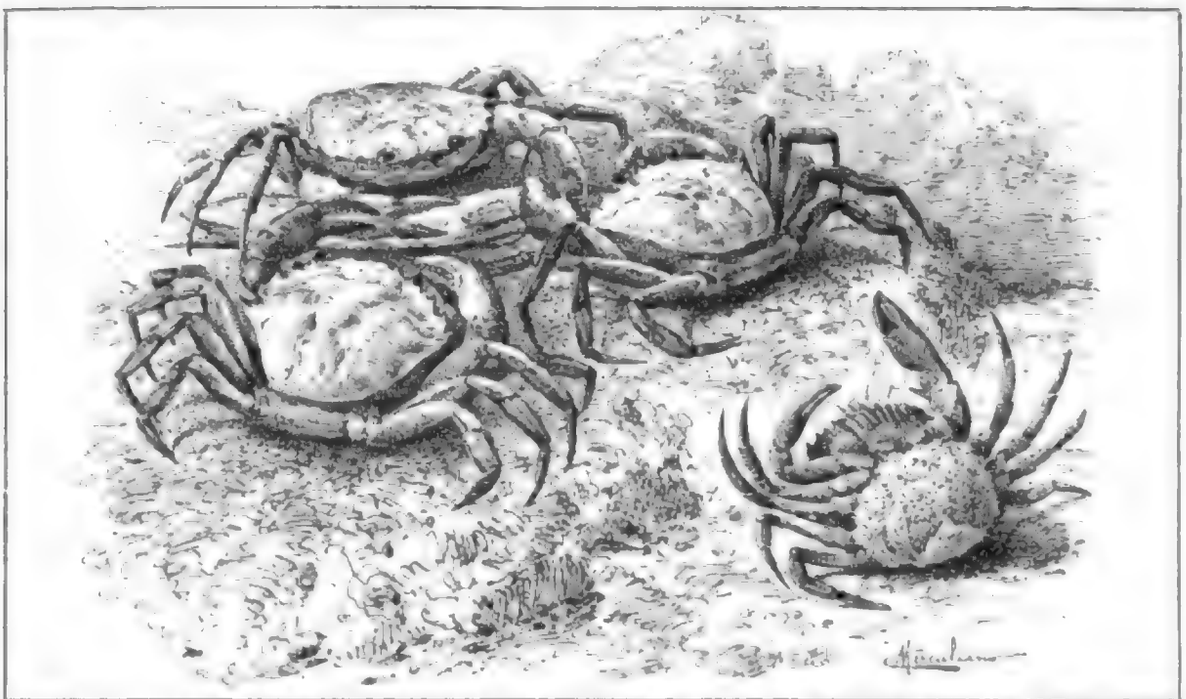


Abb. 511. Krabben (Carcinus maenas L.) am Land: ein Weibchen mit Eiern, auf dem Rücken liegend. Orig. nach der Natur. Verkl. 1/2.

cinus ruricola). Alle jene Formen, deren Larven schon auf frühen Stadien, etwa dem sogenannten Zoëastadium, auskriechen, besitzen eine oft ungeheure Menge ihrer sehr kleinen Eier. So dürfte ein großes Languſtenweibchen 80—100000 Eier hervorbringen. Die Formen mit abgekürzter Metamorphoſe bringen dagegen nur eine kleine Zahl ihrer großen Eier zur Welt. Beim Flußkrebs ſind es ihrer etwa 200. — Unter den waſſerbewohnenden Gliedertieren wären noch die ſeltſamen, langbeinigen Pantopoden oder Aſſelſpinnen zu erwähnen. Dieſe tragen ihre Eier in einem Paket an der Bauchſeite mit ſich herum, und auch die jungen Tiere werden von den alten in den miteinander verſchlungenen Beinen wie in einem Käfig zuſammengehalten.

Von den landbewohnenden Arthropoden wollen wir zunächſt auf die Spinnen hinweiſen, von denen wir ja ſchon mancherlei Methoden der Brutpflege kennen gelernt haben. Während diejenigen Formen, welche Bauten aufführen, ihre Brut in denſelben verwahren, ſind die freilebenden räuberiſchen Wolfsſpinnen (Lycosidae) auf andere Hilfsmittel angewieſen. Jeder von uns hat ſchon eine unſerer einheimiſchen Wolfsſpinnen beobachtet, wie ſie ihr Eierpaket in einer weißlichen oder grünlichen Kokonhülle am Hinterleib, an einem feinen Seidenband aufgehängt, mit ſich herumtrug. Die Anhänglichkeit, mit der das Tier die ihm weggenommene Laſt immer wieder an ſich zu nehmen ſucht, hat zu mancherlei intereſſanten Experimenten über die dabei wirkſamen Inſtinkte Anlaß gegeben. Die ausgeſchlüpften Jungen ſitzen ſpäter noch eine Zeitlang auf dem Hinterleib des Muttertieres. In ähnlicher Weiſe transportieren auch Geißelſkorpione ihre Eier in Paketen. Unter den echten Skorpionen gibt es eine ganze Anzahl lebendgebärender Formen, bei denen z. T. ſehr eigenartige Einrichtungen die Ernährung der Embryonen vermitteln. Auch auf die ſchon geborenen Jungen erſtreckt ſich bei manchen dieſer ſeltſamen Tiere die Sorge der Alten. Man kann gelegentlich Skorpionmütter ſehen, welche eine ganze Schar ihrer lebend zur Welt gebrachten Jungen, 20—25 Stück, einige Wochen lang auf ihrem Rücken mit ſich herumtragen.

Digitized by Google

Wie überhaupt für die verschiedenen Formen der Brutpflege, so bieten uns auch für Viviparie und ähnliche Erscheinungen die Insekten eine große Menge von Beispielen. Lebendgebärende Insekten gibt es in fast allen Ordnungen mit Ausnahme der Schmetterlinge und Hymenopteren. Am bekanntesten ist die Tatsache der Viviparie bei Blattläusen und Schildläusen. Bei ihnen bringen sowohl unbefruchtete als befruchtete Weibchen lebende Junge zur Welt. Die parthenogenetischen Eier durchlaufen ihre Entwicklung in den Eierstöcken der Muttertiere. Bei den Cocciden Aspidiotus nerii und Lecanium hesperidum, welche beide vivipar sind, werden die Eier im Ovarium befruchtet, die Entwicklung der Embryonen findet in den Eiröhren statt. Die befruchtungsbedürftigen Weibchen der Blattläuse haben eine Samentasche zum Unterschied von der sog. Ammengeneration, der sie fehlt. Die Befruchtung findet ebenfalls im Ovarium statt. Bei den übrigen Insekten, welche vivipar sind, handelt es sich stets um normal befruchtete Eier.

Unter den Neuropteren seien als lebendgebärende Formen Notanatolica vivipara und Cloëon dipterum genannt. Letztere Form soll nur gelegentlich vivipar sein, eventuell kommen hier ähnliche Verhältnisse vor, wie wir sie nachher für die Fliegen zu erwähnen haben werden. Unter den Orthopteren sind hauptsächlich einige Blattiden hervorzuheben, so Panchlora viridis, ferner Blabera, Eustegaster, Oxyhaloa. Bei Blabera ist die Scheide zum Brutsack gewaltig ausgedehnt. Ein weiterer lebendgebärender Geradflügler ist Hemimerus. Unter den Käfern gibt es, soweit bisher bekannt ist, nur einige lebendgebärende Staphylíniden und Chrysomeliden. So werden bei Chrysomela hyperici die Eier in den Ovarien befruchtet und entwickeln sich dort an Ort und Stelle; dem Tier fehlt ein Receptaculum seminis. Sehr zahlreich sind dagegen die Fälle von Viviparie bei den Dipteren. Wir haben schon früher gelegentlich auf solche Fälle hingewiesen, z. B. bei Besprechung der aasfressenden Fliegenlarven. Die damals besprochenen Schmeißfliegen, so z. B. Sarcophaga carnaria, haben spindelförmig erweiterte Scheiden, in welche drei Receptacula seminis und zwei akzessorische Schleimdrüsen einmünden. Seitlich schließt sich ein geräumiger Blindsack an: der Brutsack (Abb. 512 B). Die Befruchtung der Eier erfolgt in der Scheide, worauf die befruchteten Eier in den Scheidenblindsack aufgenommen werden, wo sie ihre ganze Entwicklung durchmachen; denn die Schmeißfliegen legen ihre Nachkommenschaft im Zustand ausgeschlüpfter Larven ab. Auch bei den Raupenfliegen oder Tachinen haben wir die Tatsache der Viviparität schon früher erwähnt. Bei ihnen dient die langausgezogene Scheide als Brutraum. Das ist der Fall bei Tachina und Mesembrina. Bei Echinomyia grossa ist die Scheide lang und spiralig gedreht. Auch hier sind drei Receptacula seminis an der Grenze von Scheide und Eileiter vorhanden. Die Länge der Scheide ist bei manchen dieser Formen bedingt durch die enorme Eiproduktion. Bei Mesembrina meridiana reift stets nur ein Ei auf einmal. Hier wird die ziemlich lange Scheide von der großen Larve vollkommen ausgefüllt. An sie schließt sich proximal ein einheitlicher Ovidukt an, in welchem sich drei schlauchähnliche Epithelausstülpungen befinden, deren Drüsensekret wahrscheinlich zur Ernährung der Larven dient. Lebendgebärend sind auch — wie die neueren Forschungen festgestellt haben — die afrikanischen Glossinen, die Tsetsefliegen. Auch bei ihnen wird nur je eine weit entwickelte Larve von gelblich brauner Farbe mit zwölf Segmenten geboren, die fast so groß ist als der Leib der Fliege selbst (Abb. 513 A). Die Mutter mißt 6½, die neugeborene Larve 3½ mm. Letztere bewegt sich nach der Geburt schon lebhaft, indem sie ein Versteck aufsucht, an dem sie sich nach wenig Stunden in eine schwarzbraune Puppe umwandelt (Abb. 513 B). Eine Familie der Dipteren, die Pupiparen, sind sämtlich lebendgebärend. Bei ihnen dient der vordere (distale) Teil der Scheide als Brutsack. Hier sind, so z. B. bei

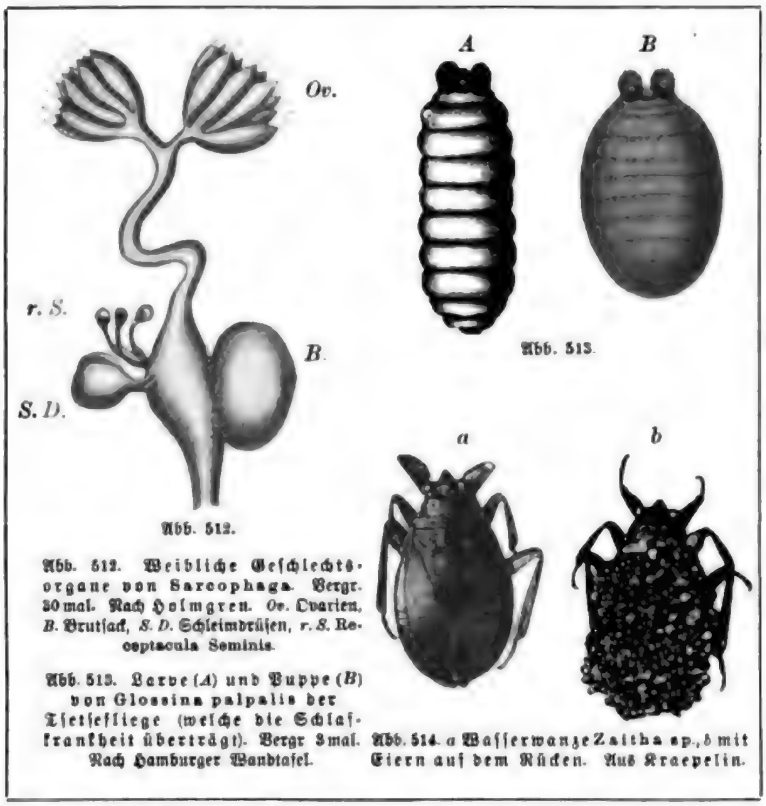


Abb. 512.

Abb. 512. Weibliche Geschlechtsorgane von Sarcophaga. Vergr. 30mal. Nach Holmgren. *Ov.* Ovarien, *B.* Brutsack, *S. D.* Schleimdrüsen, *r. S.* Receptacula Seminis.

Abb. 513.

Abb. 513. Larve (*A*) und Puppe (*B*) von Glossina palpalis der Tsetsefliege (welche die Schlafkrankheit überträgt). Vergr. 3mal. Nach Hamburger Wandtafel.

Abb. 514. *a* Wasserwanze Zaitha sp., *b* mit Eiern auf dem Rücken. Aus Kraepelin.

der Schafslausfliege (Melophagus ovinus), monströs entwickelte Anhangsdrüsen vorhanden, deren Sekret zur Ernährung der Embryonen dient. Wie die Viviparie bei den Insekten sich entwickelt haben mag, dafür geben uns Beobachtungen gerade an Dipteren wichtige Hinweise. Bei ihnen entwickeln sich die Eier sehr rasch; so kommt es nicht selten vor, daß bei einer Eiablage in der Vagina zufällig zurückgebliebene Eier schon zu fertigen Larven entwickelt sind, wenn die nächste Portion Eier abgelegt wird. Sie werden dann in fertig entwickeltem Zustande gleichzeitig mit den Eiern abgelegt oder richtiger geboren.

Während wir bei den Insekten später bei Betrachtung der staatenbildenden Formen noch sehr komplizierte Formen der Brutversorgung bei bereits ausgeschlüpften Nachkommen kennen lernen werden, ist Brutpflege an der Außenseite des eigenen Körpers in dieser Tiergruppe sehr selten. Es wären da nur einige Wasserwanzen zu erwähnen, z. B. die Gattungen Diplonychus und Zaitha, bei denen das Männchen die Eier in einer gleichmäßigen Schicht auf seinem Rücken ausgebreitet mit sich trägt.

Brutpflege am und im Körper des Elterntieres tritt uns in der größten Komplikation und Mannigfaltigkeit bei den Wirbeltieren entgegen. Und zwar finden wir sie mit Ausnahme der Vögel, deren Ovoviviparie wir bereits erwähnt haben, bei allen Klassen der Wirbeltiere. Schon unter den niederen Fischen, bei den Haien, ist die Viviparie weit verbreitet. Ja, wir können sagen, daß es mehr vivipare Haie gibt als eierlegende Formen, und zwar sind alle Hoch- und Tiefseehaie vivipar, also alle jene Formen, welche durch ihre Lebensweise von einem für die Entwicklung der Eier günstigen Untergrund ferngehalten werden. Vielfach handelt es sich bei ihnen noch um typische Ovoviviparie, indem im Ovidukt des Weibchens das Ei bzw. der sich entwickelnde Embryo noch von einer allerdings dünnen hornigen Eischale umgeben ist, welche erst kurz vor der Geburt sich auflöst. Wir finden bei den Haien alle möglichen Entwicklungsstadien der Bruternährung vom Körper des Muttertieres aus, selbst Einrichtungen von einer solchen Vollkommenheit, daß wir sie mit den bei den Säugetieren vorkommenden vergleichen können. Wir wollen sie daher erst mit jenen im Zusammenhang betrachten. Nur eine der bei den Haien vorkommenden Formen der Brut-

Digitized by Google

Fig. 1. Steller's Sea Lion (*Eumetopias stelleri*). Male. Length 10 feet. Weight 1,500 pounds. Pribilof Islands, Alaska.

Fig. 2. Northern Fur Seal (*Callorhinus alascanus*). Male. Length 7 feet. Weight 600 pounds. Pribilof Islands, Alaska.

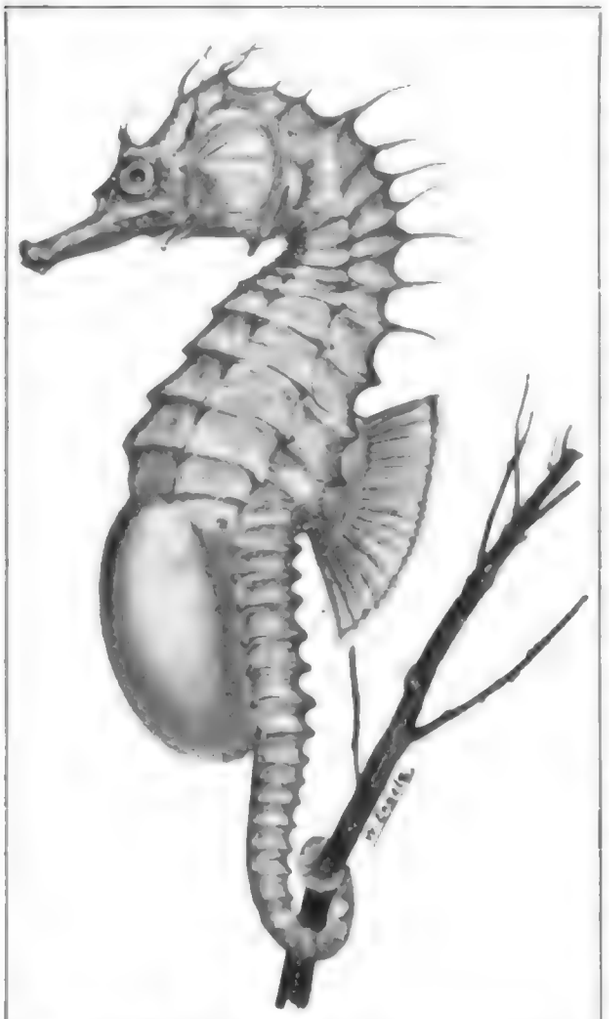


Abb. 517. Seepferdchen (Hippocampus antiquorum Leach) ♂ mit gefüllter Bruttasche Etwas vergr. Orig. nach der Natur

cilia, Girardinus, Gambusia, Amblyopsis besitzen die Männchen, welche sehr viel kleiner und schwächer als die Weibchen sind, ein Kopulationsorgan, welches aus der umgebildeten Analflosse entstanden ist. Mit dessen Hilfe kommt eine innere Befruchtung des Weibchens zustande, wobei das aufgenommene Sperma längere Zeit am Leben bleibt und somit zu wiederholten Malen Befruchtung der Eier vermitteln kann. Es werden jeweils die am Rande des Ovariums reifenden Eier befruchtet, und die Entwicklung geht an Ort und Stelle vor sich. Die jungen Tiere werden in vollkommen ausgebildetem Zustand vom Weibchen durch den Genitalporus geboren. Ein einmal befruchtetes Weibchen kann mehrere Portionen von Jungen zur Welt bringen.

Wir haben oben schon davon gehört, daß bei den Fischen vielfach die Männchen bei der Brutpflege eine besondere Rolle spielen. Das bewahrheitet sich auch bei der Brutpflege, die am eigenen Körper, z. B. bei den Büschelkiemern (Lophobranchia), durchgeführt wird. Bei den Seepferdchen (Hippokampiden) und Seenadeln (Syngnathiden) sind die Männchen mit eigentümlichen Bruttaschen an der Bauchseite versehen, in welche sie die vom Weibchen abgelegten Eier alsbald aufnehmen und in denen sie auch noch die ausgeschlüpften Jungen längere Zeit mit sich herumtransportieren. Man kann die heranwachsenden Jungen aus der Bruttasche herausschwimmen und in sie zurückkehren sehen. Bei einer einzigen Gattung des Indischen Ozeans, Solenostoma, ist es das Weibchen, welches die Eier in einer aus den Bauchflossen gebildeten Bruttasche mit sich herumträgt. Bei einer Reihe von brutpflegenden Knochenfischen trägt das Eltertier auch zur Ernährung der Embryonen bei. Das ist z. B. bei den eben erwähnten Büschelkiemern der Fall. Zwar gibt es auch unter ihnen Formen, bei denen die Eier dem Männchen nur äußerlich anhaften, so die Seenadel Nerophis ophidion L. der Nord- und Ostsee, bei der sie mit Schleim an das Epithel der Haut angeheftet werden, welches sie mit seichten wabenähnlich aussehenden Gruben umgibt. Aber bei Siphonostoma typhle L. sowie S. dumerili und rondeletii entsteht schwanzwärts vom After eine Tasche, die von nur aneinandergepreßten Hautduplikaturen gebildet wird. Nach den Untersuchungen von Cohn, Petersen und Kolster ist die Wand dieser Tasche reichlich von Blutgefäßen durchsetzt, das Epithel umschließt auch hier durch Wabenbildung die Eier. Diese liegen in einem Schleim, der aus dem Epithel transsudiert, und welcher reichlich außer Fett rote und weiße Blutkörperchen enthält. Ein solches Transsudat findet sich auch in dem von vornherein geschlossenen Brutsack der Seepferdchen. Sobald die jungen Fischchen die Eischale verlassen

Digitized by Google

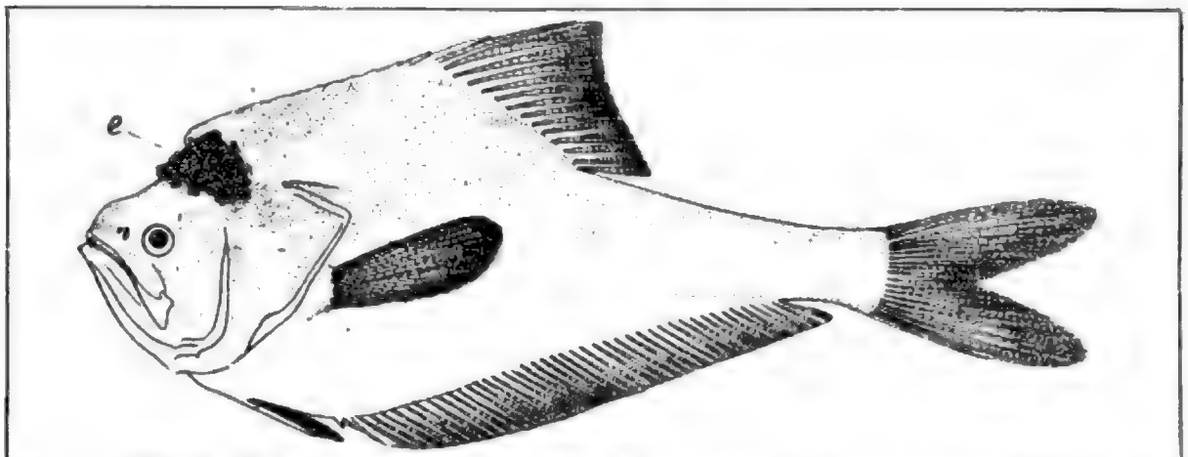


Abb. 518. Männchen von Kurtus gulliveri de Castelnau aus dem Lorentzfluß in Neuguinea. e Eierpaket unter dem Stirnhorn. Verkl. 1/2. Nach Max Weber.

haben, fressen sie von diesem Brei, wie durch den Nachweis desselben in ihrem Magen und Anfangsdarm gezeigt wurde.

Ebenso werden die jungen Fischchen im Mutterleib bei manchen viviparen Arten ernährt, bei denen sie bei Sprengung der Eischalen noch längere Zeit in den Ovarialschläuchen verweilen und stärker heranwachsen, als auf Kosten des kleinen Dottersackes möglich wäre. Das ist nach Eigenmann bei Cymatogaster aggregatus der Fall, und bei dem oben genannten Zoarces viviparus Cuv. ist es durch Stuhlmann und besonders Kolster sicher bewiesen. Nach letzterem besteht der Nahrungsbrei, den die jungen Zoarces schlucken, aus lymphoidem Transsudat, Glykogen und Fett, dazu zerfallenden Zellen, welche teils Epithelzellen, Lymphocythen, rote und weiße Blutkörperchen sind, zum Teil sogar der Bruternährung geopfertem Bindegewebe entstammen.

An allen möglichen anderen Stellen des Körpers können Knochenfische ihre Eier tragen. So hat Lorentz in Neuguinea einen in den Flüssen lebenden Fisch gefunden, der nach Max Weber ein Paket durch feine Fäden zusammengehaltener Eier an der Stirn unter einem merkwürdigen, hornartigen Fortsatz eingeklemmt trägt. Und zwar ist es hier das Männchen des zu der kleinen Familie der Kurtidae gehörigen Fischs (Kurtus gulliveri de Castelnau), welches die Brutpflege besorgt (Abb. 518). Wiederum das Weibchen ist es, welches bei dem südamerikanischen Wels Aspredo (Abb. 519) sich die Eier nach der Befruchtung an die Haut der Bauchseite anklebt, wobei jedes Ei in einer Art von kleinem Napf eingeschlossen ist. Vielfach sind es auch die Weibchen, welche bei den übrigen Welsen (Siluridae) die Eier und die junge Brut zum Schutz in ihr Maul aufnehmen, was auch bei Cichliden und Apogoniden vorkommt. Während die Siluriden zu den niederen Knochenfischen gerechnet werden, gehören die Cichliden, bei denen wir die gleiche eigentümliche Gewohnheit vorfinden, zu den am höchsten differenzierten Knochenfischen, nämlich in die Verwandtschaft der Barsche. Die Welse, bei denen diese merkwürdige Gewohnheit beobachtet worden ist, gehören zu den Gattungen Arius, Osteogeniosus und Galeichthys. Die indischen Arius-Arten tragen alle ihre Eier im Mund, wobei die ganze Mundhöhle bis zu den Kiemen angefüllt ist, und nach Day haben die Männchen während dieser Bruttätigkeit stets einen vollkommen leeren Darmtraktus. Ähnliches scheint bei Arius commersonii der Fall zu sein, einem mächtigen Wels von Rio grande in Brasilien, dessen große Eier 18 mm im Durchmesser besitzen. So kann es uns nicht verwundern, daß bei manchen Formen, so bei den Bagrus-Arten in Surinam, nach Weyman die Mund- und Kiemenhöhle durch die Eimassen stark ausgedehnt wird. Die Tatsache, daß

Digitized by Google

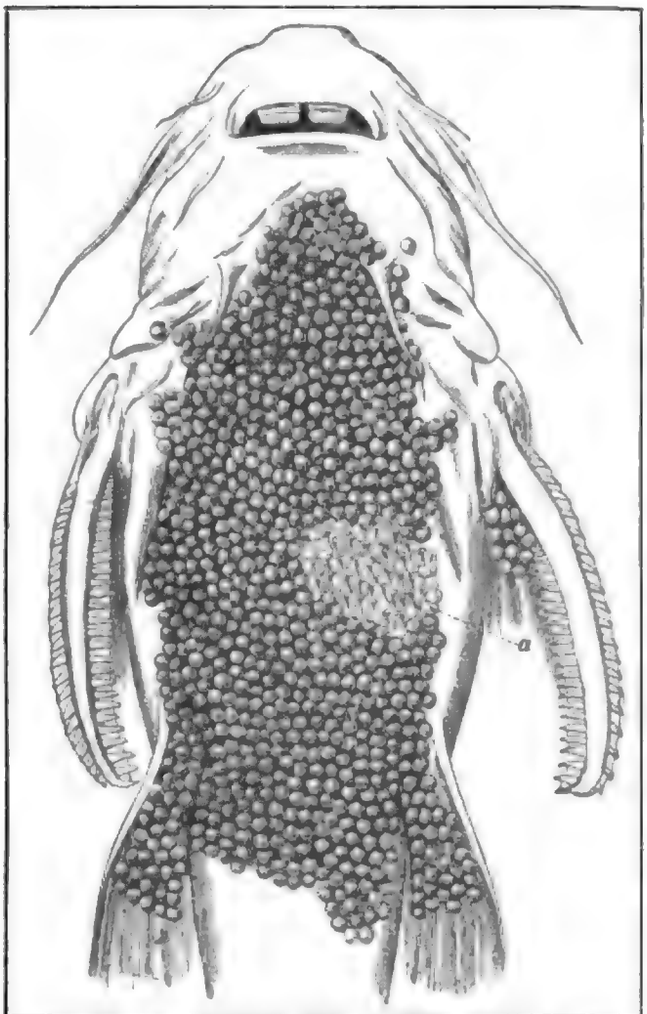


Abb. 619. Weibchen von Aspredo batrachus W. Mit den an der Bauchhaut befestigten Eiern; bei *a* sind diese entfernt, um die Struktur der Bauchhaut zu zeigen. Berl. ½. Nach Günther.

die Embryonen in der Mundhöhle ihrer Väter auffallend groß und schwer werden, hat manche Untersucher zu der Meinung veranlaßt, daß sie von dem Vater auch in irgendeiner Form, etwa durch Schleimproduktion der Mundhöhle, ernährt werden. Bei den afrikanischen Cichliden sind es stets die Weibchen, welche die Eier im Munde transportieren. Bei asiatischen und amerikanischen Formen ist es zweifelhaft, ob nicht z. T. die Männchen die Beschützer sind. Bei Geophagus brasiliensis und ähnlichen Formen sind scheinbar Männchen und Weibchen gleichmäßig an der Brutpflege beteiligt. Es scheint aber, daß diese Tiere die Eier nur vorübergehend ins Maul nehmen, um sie an geeignete Stellen zu bringen; die ausgeschlüpften Jungen dagegen werden bei Gefahr immer wieder ins Maul aufgenommen. So hat Hensel in Südbrasilien bei Geophagus scymnophilus beobachtet, daß das alte Tier eine große Anzahl recht stattlicher Jungen in das Maul aufnahm, wobei letztere dicht aneinander gedrängt mit den Köpfen gegen die Kiemen des Alten angeordnet waren. Bei der jetzt in Aquarien viel gehaltenen, aus Ägypten stammenden Paratilapia multicolor Schoeller ist es wieder die Mutter, welche sowohl Eier als auch Junge in ihr Maul aufnimmt.

Haben wir früher schon von höchst bemerkenswerten Formen der Brutpflege bei den Amphibien gehört, so sind die Methoden der Brutversorgung am eigenen Körper bei dieser Gruppe nicht minder seltsam und der Erwähnung wert.

Bei Baumfröschen der Tropen, deren Ernährung sie zwingt, dem Wasser fern zu bleiben, ist es beobachtet worden, daß die Tiere zwar zum Eierlegen und zur Begattung ins Wasser gehen, daß dort auch die Jungen sich entwickeln; wenn letztere aber zu Kaulquappen geworden sind, dann heften sie sich z. B., bei den Gattungen Dendrobates und Phyllobates, mit ihren Sauglippen an den Rücken der Eltern. Bei Phyllobates trinitatis wurde festgestellt, daß der Vater der Transporteur ist, und man ist zu der Deutung geneigt, daß es bei dieser Form der Brutpflege sich tatsächlich um einen Transport von einem mit Austrocknung bedrohten Tümpel in einen geeigneteren handelt. Bei Zooglossus (-Arthroleptis) seychellensis, einem kleinen Frosch der Seychellen, welcher dort in feuchten Wäldern der Bergregionen in 15—1800 m Höhe vorkommt, hat Brauer beobachtet, daß die Eier unter totem Laub abgelegt werden, und daß die Kaulquappen, sobald sie ausgeschlüpft sind, sich mit Hilfe ihrer Schwänze auf den Rücken des Vaters hinaufarbeiten, wo sie sich teils mit ihren Saug-

Digitized by Google

Abb. 1. Der Drache Fafnir. Nach einer Bronzeplatte aus Gotland.

Schlangen, Eidechsen und Kröten, die sich in Gestalt und Farbe ihrer Umgebung anpassen, sind Sinnbilder der Verschlagenheit und Tücke. Der Basilisk, der Tod durch seinen Blick bringt, ist ein Symbol des Todes. Der Drache, der Schätze hütet, ist ein Sinnbild der Habgier. Der Greif, der Gold bewacht, ist ein Sinnbild der Wachsamkeit. Der Phönix, der aus seiner Asche neu ersteht, ist ein Sinnbild der Auferstehung. Der Einhorn, der sich nur von einer Jungfrau fangen läßt, ist ein Sinnbild der Keuschheit. Der Pelikan, der seine Jungen mit seinem eigenen Blut nährt, ist ein Sinnbild der Liebe. Der Adler, der zur Sonne fliegt, ist ein Sinnbild der Erhabenheit. Der Löwe, der König der Tiere, ist ein Sinnbild der Stärke. Der Hund, der treue Begleiter des Menschen, ist ein Sinnbild der Treue. Der Esel, der geduldige Lastträger, ist ein Sinnbild der Demut. Der Hahn, der den Tag ankündigt, ist ein Sinnbild der Wachsamkeit. Der Fuchs, der listige Räuber, ist ein Sinnbild der Schlauheit. Der Wolf, der gefräßige Räuber, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Bär, der starke Räuber, ist ein Sinnbild der Stärke. Der Hirsch, der scheue Waldbewohner, ist ein Sinnbild der Scheu. Der Hase, der furchtsame Waldbewohner, ist ein Sinnbild der Furchtsamkeit. Der Igel, der stachelige Waldbewohner, ist ein Sinnbild der Abwehr. Der Maulwurf, der blinde Erdbewohner, ist ein Sinnbild der Blindheit. Der Biber, der fleißige Baumeister, ist ein Sinnbild der Arbeitsamkeit. Der Eichhörnchen, der flinke Kletterer, ist ein Sinnbild der Behendigkeit. Der Marder, der räuberische Kletterer, ist ein Sinnbild der Raubgier. Der Iltis, der stinkende Räuber, ist ein Sinnbild der Unreinheit. Der Dachs, der nächtliche Räuber, ist ein Sinnbild der Nachtaktivität. Der Otter, der fischende Räuber, ist ein Sinnbild der Geschicklichkeit im Wasser. Der Fischotter, der fischende Räuber, ist ein Sinnbild der Geschicklichkeit im Wasser. Der Seehund, der robbende Räuber, ist ein Sinnbild der Anpassung an das Wasser. Der Walfisch, der riesige Meeresbewohner, ist ein Sinnbild der Größe. Der Delphin, der verspielte Meeresbewohner, ist ein Sinnbild der Verspieltheit. Der Hai, der gefräßige Meeresbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Krokodil, der gefräßige Flußbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Alligator, der gefräßige Flußbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Kaiman, der gefräßige Flußbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Gavial, der gefräßige Flußbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Schildkröte, der langsame Landbewohner, ist ein Sinnbild der Langsamkeit. Der Frosch, der quakende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Unreinheit. Der Molch, der giftige Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Giftigkeit. Der Salamander, der giftige Feuerbewohner, ist ein Sinnbild der Giftigkeit. Der Lurch, der amphibische Bewohner, ist ein Sinnbild der Anpassung an Land und Wasser. Der Wurm, der kriechende Bodenbewohner, ist ein Sinnbild der Niedrigkeit. Der Käfer, der krabbelnde Bodenbewohner, ist ein Sinnbild der Niedrigkeit. Der Schmetterling, der flatternde Luftbewohner, ist ein Sinnbild der Vergänglichkeit. Der Biene, der fleißige Honigsammler, ist ein Sinnbild der Arbeitsamkeit. Der Wespe, der stechende Luftbewohner, ist ein Sinnbild der Aggressivität. Der Hornisse, der stechende Luftbewohner, ist ein Sinnbild der Aggressivität. Der Ameise, der fleißige Bodenbewohner, ist ein Sinnbild der Arbeitsamkeit. Der Termite, der fleißige Holzbewohner, ist ein Sinnbild der Arbeitsamkeit. Der Spinne, der webende Bodenbewohner, ist ein Sinnbild der Geduld. Der Skorpion, der giftige Bodenbewohner, ist ein Sinnbild der Giftigkeit. Der Tausendfüßler, der kriechende Bodenbewohner, ist ein Sinnbild der Niedrigkeit. Der Regenwurm, der kriechende Bodenbewohner, ist ein Sinnbild der Niedrigkeit. Der Schnecke, der kriechende Bodenbewohner, ist ein Sinnbild der Langsamkeit. Der Muschel, der schalentragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Verschlossenheit. Der Auster, der schalentragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Verschlossenheit. Der Perlmuschel, der schalentragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Verschlossenheit. Der Krebs, der krabbelnde Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Rückwärtsbewegung. Der Hummer, der krabbelnde Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Rückwärtsbewegung. Der Garnele, der krabbelnde Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Rückwärtsbewegung. Der Krabbe, der krabbelnde Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Rückwärtsbewegung. Der Seestern, der stachelige Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Abwehr. Der Seeigel, der stachelige Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Abwehr. Der Seegurke, der stachelige Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Abwehr. Der Korallenpolyp, der kalkbildende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gemeinschaft. Der Schwamm, der poröse Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Durchlässigkeit. Der Quallen, der gallertartige Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Durchsichtigkeit. Der Polypen, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Anemone, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Seerose, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Seelilie, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Seefeder, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Seepocke, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Entenmuschel, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Rankenfüßer, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Moostierchen, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Armfüßer, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Bryozoen, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Phoronis, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Brachiopoden, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Pfeilwürmer, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Eichelwürmer, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Manteltiere, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Seescheide, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Salpen, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Appendicularien, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Larvaceen, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Thaliacea, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Doliolum, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Pyrosoma, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Salpa, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Ascidien, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Seescheide, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Salpen, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Appendicularien, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Larvaceen, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Thaliacea, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Doliolum, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Pyrosoma, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit. Der Salpa, der tentakeltragende Wasserbewohner, ist ein Sinnbild der Gefräßigkeit.

Abb. 2. Der Drache Fafnir. Nach einer Bronzeplatte aus Gotland.

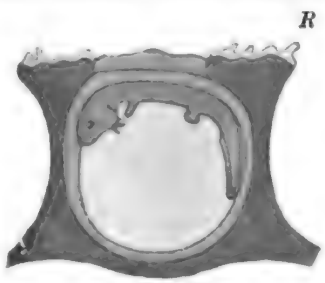


Abb. 523.

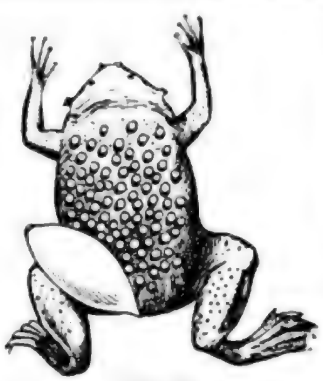


Abb. 524.

Abb. 525

Abb. 523. Durchſchnitt einer Rückenwabe von Pipa americana mit Embryo. *R* Rückenhaut mit Verſchlußſtelle. Vergr. 8mal. Nach Bartlett.

Abb. 524. Pipaweibchen mit ausgeſtülpter Kloake (Ovipositor). Verkl. Nach Bartlett.

Abb. 525. Drittes Stadium des Embryos von Pipa. Vergr. 8mal. Nach Bartlett.

Nächten für kurze Momente ins Waſſer. Aber nach den drei Wochen begibt ſich das Männchen in einen Teich oder Tümpel, wo nun die zu kleinen fußloſen Kaulquappen entwickelten Larven ſich durch die Gallerte der Eiſchnüre durchnagen. Der Vater verläßt das Waſſer erſt dann wieder, wenn alle Jungen, die von da an wie gewöhnliche Fröſche im Waſſer ſich weiter entwickeln, ausgeſchlüpft ſind. Eine ähnliche Form der Brutpflege muß ein braſilianiſcher Baumfroſch Hyla goeldii beſitzen. Hier iſt es das Weibchen, auf deſſen Rücken man ein einſchichtiges Paket von 26 Eiern gefunden hat. Dasſelbe wurde geſtützt durch eine ſchmale Hautfalte, die ſich an den Seiten des Rückens hinzog (Abb. 522). Sie läßt uns verſtehen, wie die Rückentaſche, die wir gleich nachher bei der Gattung Nototrema kennen lernen werden, entſtanden ſein mag. In ähnlicher Weiſe wie H. goeldii tragen andere ſüdamerikaniſche Baumfröſche, ſo Hyla evansii und Ceratohyla bubalus, letztere ein Bewohner der Anden von Ecuador, Bolivia und Peru, ihre Eier auf dem Rücken. Dieſe entwickeln ſich direkt zu kleinen Fröſchen und beſitzen die gleichen merkwürdigen Atemeinrichtungen, welche wir bei Nototrema kennen lernen werden.

Während bei den genannten Formen die Eier in der Haut des ſie tragenden alten Tieres nur eine leichte Grube verurſachen, treten bei der Wabenkröte, Pipa americana, einer in Guyana und Nordbraſilien häufigen Form, während der Tragzeit Hautwucherungen auf dem Rücken des Muttertieres auf. Sie trägt nämlich auch die Eier und Embryonen auf dem Rücken; jedes Ei wird durch Hautwucherung in eine zellenartige Grube von 10 bis 15 mm Tiefe eingeſchloſſen, die ſchließlich von einem feinen Häutchen von oben verſchloſſen wird, welch letzteres nach Leydig ein Sekretionsprodukt von Hautdrüſen iſt, während Klinckowſtröm es von der Eihülle ableitet (Abb. 523). Die Zwiſchenwände zwiſchen den Waben ſind ſehr gefäßreich; ihr Pflaſterepithel ſcheidet eine Gallerte ab, die wahrſcheinlich zur Ernährung der Embryonen dient. Da ungefähr 100 Eier (beobachtet 40—114) auf dem Rücken eines Weibchens Platz finden, ſo ſieht dieſer während der Tragzeit wie eine Bienenwabe aus. Die Eier, deren Durchmeſſer 6—7 mm beträgt, werden während der Begattung, die unter Umarmung ſtattfindet, mittels eines merkwürdigen blaſenähnlichen Fortſatzes, eines Ovipoſitors, von dem Weibchen ſelbſt auf ſeinen Rücken gebracht, wobei ſcheinbar das Männchen mithilft. Der Ovipoſitor ragt dann weit aus der Kloakenöffnung hervor und iſt ſelbſt ein ausſtülpbarer Teil der Kloake (Abb. 524). Die Eier entwickeln ſich auf dem Rücken der Wabenkröte bis zu fertigen ſchwanzloſen Stadien (Abb. 526); während der Entwicklung

Digitized by Google

Fig. 1. Aplysia punctata, Cuvier. Side view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 2. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 3. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 4. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 5. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 6. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 7. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 8. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 9. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 10. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 11. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 12. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 13. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 14. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 15. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 16. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 17. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 18. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 19. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 20. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 21. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 22. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 23. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 24. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 25. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 26. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 27. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 28. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 29. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 30. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 31. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 32. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 33. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 34. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 35. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 36. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 37. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 38. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 39. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 40. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 41. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 42. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 43. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 44. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 45. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 46. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 47. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 48. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 49. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 50. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 51. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 52. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 53. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 54. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 55. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 56. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 57. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 58. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 59. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 60. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 61. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 62. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 63. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 64. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 65. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 66. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 67. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 68. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 69. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 70. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 71. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 72. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 73. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 74. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 75. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 76. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 77. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 78. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 79. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 80. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 81. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 82. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 83. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 84. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 85. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 86. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 87. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 88. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 89. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 90. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 91. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 92. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 93. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 94. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 95. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 96. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 97. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 98. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 99. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 100. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 101. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 102. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 103. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 104. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 105. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 106. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 107. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 108. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 109. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 110. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 111. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 112. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 113. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 114. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 115. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 116. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 117. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 118. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 119. Aplysia punctata, Cuvier. Ventral view of the animal, with the mantle-cavity laid open. *a*, anus; *b*, branchia; *c*, ctenidium; *g*, gill-plume; *m*, mantle; *o*, osphradium; *p*, pericardium; *r*, renal organ; *v*, ventricle; *x*, auricle.

Fig. 120. Aplysia punctata, Cuvier. Dorsal view of the animal, with the mantle-cavity la

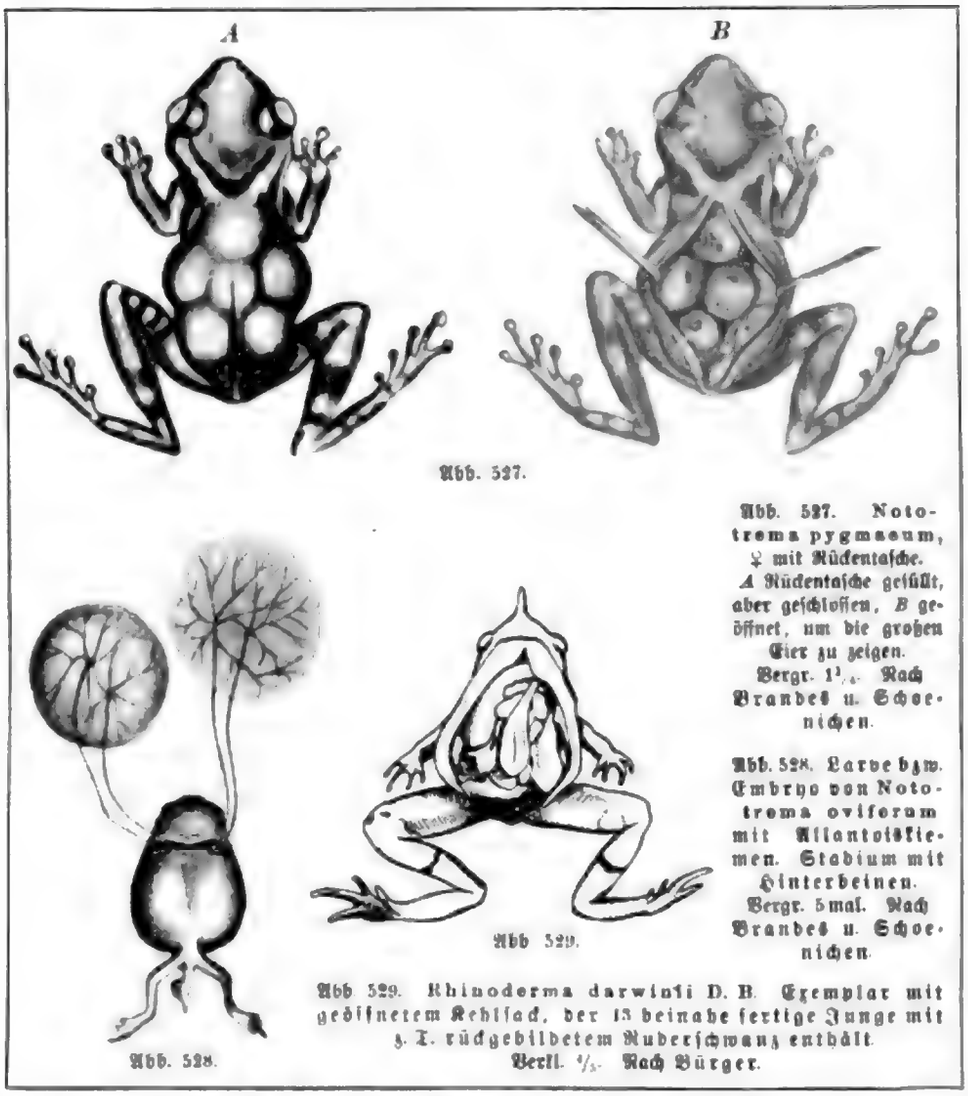


Abb. 527.

Abb. 527. Nototrema pygmaeum, ♀ mit Rückentasche. *A* Rückentasche gefüllt, aber geschlossen, *B* geöffnet, um die großen Eier zu zeigen. Vergr. $1^1/_4$. Nach Brandes u. Schoenichen.

Abb. 528.

Abb. 528. Larve bzw. Embryo von Nototrema oviferum mit Allantoiskiemen. Stadium mit Hinterbeinen. Vergr. 5mal. Nach Brandes u. Schoenichen.

Abb 529.

Abb 529. Rhinoderma darwinii D. B. Exemplar mit geöffnetem Kehlsack, der 13 beinahe fertige Junge mit z. T. rückgebildetem Ruderschwanz enthält. Verkl. $^1/_3$. Nach Bürger.

finden sich die Jungen in Kehlsäcken des Vaters, wo sie ihre ganze Entwicklung bis zu fertigen schwanzlosen Fröschchen durchmachen. Diese Kehlsäcke sind nichts anderes als die bei männlichen Fröschen regelmäßig vorkommenden Schallblasen; sie münden dementsprechend zu beiden Seiten der Zunge in die Mundhöhle. Während die 5—15 Eier sich entwickeln, dehnen sich die Säcke allmählich über den ganzen Bauch ihres Trägers aus. Bürger glaubt, daß die mit der Rückenseite der blutgefäßreichen Wand des Kehlsacks anliegenden Jungen in der zweiten Periode ihrer Entwicklung vom Vater auf osmotischem Wege ernährt werden.(?) Die Jungen werden als fertige kleine Frösche durch den Mund zur Welt gebracht.

Auch unter den Schwanzlurchen finden sich einige wenige Brutpflegeerscheinungen, welche an die hier erörterten anzuschließen sind: Desmognathus fusca, ein kleiner Wassersalamander, welcher Bäche der östlichen Vereinigten Staaten von Nordamerika bewohnt, bildet ähnliche Eierschnüre, wie wir sie schon bei der Geburtshelferkröte kennen gelernt haben. Das Weibchen schlingt diese Schnüre um seinen Körper oder bildet ein kleines Bündel aus ihnen auf seinem Rücken und verweilt mit ihnen auf dem Lande, bis es sie in einem ähnlichen Entwicklungszustand, wie das bei Alytes der Fall ist, ins Wasser bringt.

Auch eigentliche Viviparie kommt bei den Amphibien vor, und zwar sind neuerdings sogar zwei Froschlurche entdeckt worden, die beide in Ostafrika vorkommen: Pseudophryne vivipara und Nectophryne tornieri, bei denen man im Eileiter weit entwickelte Larven gefunden hat. Viel genauer erforscht ist die schon lange bekannte Viviparie bei den Salamandern. Es kommen bei uns zwei Arten von Landsalamandern vor, von denen der bekannteste der gelbgefleckte Feuersalamander (Salamandra maculosa) ist. Er ist ein Bewohner des Flachlandes und geht in die Berge bis höchstens 1000 m. Wie er den Haupt-

Digitized by Google

teil seines Lebens an Land verbringt, so findet auch die Paarung an Land statt. Einige Monate nach derselben sucht das Weibchen Wassertümpel auf, in denen es seine zahlreichen, 10—15, kleinen Larven zur Welt bringt; d. h. innerhalb der alsbald gesprengten Eihaut ablegt. Dieselben haben sich im erweiterten Ovidukt entwickelt, besitzen einen langen von den Seiten her zusammengedrückten Schwanz und vier wohlentwickelte Extremitäten. Zur Zeit der Geburt haben sie auch äußere Kiemen. Der schwarze Salamander, das sogenannte Petermännchen (Salamandra atra), ist ein Gebirgstier. Zwischen 700—3000 m Höhe findet man ihn vor allem in den Alpen häufig. Sein Verbreitungsgebiet ist für das Tümpelleben der Larven nicht sehr günstig, und so sehen wir denn beim Alpensalamander die Jungen im Uterus der Mutter ihre ganze Entwicklungszeit durchmachen. Es werden nur zwei Junge von einer Mutter zur Welt gebracht, unter normalen Umständen ganz selten drei oder vier. Die neugeborenen Jungen sind sehr groß, wenn die Mutter etwa 12 cm lang ist, so können sie selbst bis zu 5 cm messen. Bei der Geburt haben die Jungen den drehrunden Schwanz des Landsalamanders und keine Spur von Kiemen. Die geringe Anzahl von Nachkommen ist auf Unterdrückung einer größeren Anzahl von Keimanlagen zurückzuführen. Im Uterus sind zunächst zahlreiche (40—60) Eier enthalten, aber in jeder Uterushälfte kommt nur eines zur Entwicklung, welches den Dotter der andern Eier zu seiner eigenen Ernährung verwendet; es ist nach Wiedersheim dasjenige, welches der äußeren Geschlechtsöffnung am nächsten liegt. Zunächst entwickelt es sich wie ein normaler Embryo, von seinem eigenen Dotter zehrend. Dann, schon als kleine Larve nimmt es durch seinen Mund den aus den zugrunde gegangenen übrigen Eiern entstandenen Dotterbrei auf. Schließlich, wenn dieser aufgezehrt ist, wird das Tier durch eine ernährende Flüssigkeit erhalten, welche aus der Uteruswand der Mutter stammt. Sie besteht aus allen möglichen mütterlichen Gewebebestandteilen: zunächst transsudiert reichlich Lymphe, Partien des Schleimhautepithels schülfern sich ab, in der Submukosa kommt es zu Blutungen, rote und weiße Blutkörperchen treten in Massen in den Nährbrei über. Schließlich ist ein großer Teil der Schleimhaut des Uterus (bzw. Ovidukts) verbraucht. Die Resorption erfolgt durch lange blutrote äußere Kiemen, welche geradezu wie die Chorionzotten beim Säugetierembryo funktionieren. Wenn der Embryo aus dem Uterus herausgeschnitten wird, so kann er, der dann wie der Embryo von S. maculosa aussieht, im Wasser sich selbst ernähren, wächst heran und kommt gut fort. Hat er dann schon seine langen Uteruskiemen, so werden diese rückgebildet und durch andere Kiemen ersetzt, die vollkommen denjenigen der Larven von S. maculosa gleichen. Es scheint, daß in der Natur gelegentlich unter dem Einfluß der äußeren Bedingungen beide Salamanderarten die Fortpflanzungsmethode jeweils des anderen Gattungsgenossen annehmen können. Kammerer ist es gelungen, experimentell sowohl Salamandra maculosa zum Gebären fertig entwickelter Jungen als auch S. atra zur Hervorbringung noch unentwickelter Larven zu zwingen. Wir werden in einem späteren Kapitel von diesen Dingen noch Genaueres hören. Von dem schon im ersten Band S. 219 erwähnten und abgebildeten italienischen Höhlensalamander (Spelerpes fuscus) ist ebenfalls die Hervorbringung fertig entwickelter Jungen bekannt geworden. Unter den fußlosen Amphibien oder Coecilien sind auch einige Formen lebendig gebärend, so z. B. Dermophis thomensis.

Bei den Reptilien haben wir nicht viel Fälle von komplizierterer Brutpflege bisher zu konstatieren gehabt. Die meisten von ihnen sind ovipar, und das einfache Verstecken der Eier scheint bei den meisten von ihnen eine genügende Brutversorgung zu sein. Es gibt immerhin eine Anzahl von Formen, die wir als ovovivipar und bis zu einem gewissen Grade als vivipar bezeichnen können. — Unsere Bergeidechse, (Lacerta vivipara) legt ihre Eier in

Digitized by Google

einem Moment ab, in welchem sie schon vollkommen entwickelte junge Tiere enthalten. Während der Geburt oder unmittelbar vorher platzen die Eihüllen. Im Gegensatz dazu ist eine australische Eidechse, Trachysaurus rugosus, wirklich lebend gebärend, da die harte ledrige Schale, die sonst für die Reptilieneier charakteristisch ist, bei ihr gar nicht zur Ausbildung gelangt. Lebende Junge bringen auch manche Chamäleone und viele Skinke zur Welt. Bekanntlich ist ja auch unsere Blindschleiche (Anguis fragilis) lebendig gebärend. Unter den Schlangen gibt es eine große Anzahl lebendig gebärender Formen, und zwar sind dies Arten aus ganz verschiedenen Familien, vor allem Viperiden und Colubriden. Unsere Kreuzotter (Vipera berus) bringt 15—20 lebende Junge zur Welt. Lachesis lanceolatus, die Lanzettschlange, erzeugt ihrer noch mehr. Ich habe selbst auf Martinique aus dem Leibe einer solchen 48 vollständig entwickelte Junge herausgeschnitten. Man glaubte bis vor kurzem, daß alle Viperiden lebendig gebärend seien; man muß aber sagen, daß sie alle nur ovovivipar sind, und daß sogar eine Anzahl von ihnen Eier legt. Letzteres ist z. B. der Fall bei der ostindischen Lachesis monticola, bei der tropisch amerikanischen Lachesis muta, dem sogenannten Buschmeister, und bei der afrikanischen Gattung Atractaspis. Von lebendgebärenden Kolubriden erwähne ich unsere glatte Natter (Coronella laevis). Unter den Riesenschlangen sind die Boiden lebendgebärend, während, wie wir früher schon gesehen haben (S. 593), die Pythoniden Eier ablegen. Manchmal können wir eine gewisse Beziehung zwischen der Produktion der Nachkommenschaft und der Lebensweise der alten Tiere feststellen. Die Seeschlangen (Hydrophiinae), welche dauernd pelagisch im Meere leben, sind alle vivipar. Es wird angegeben, daß sie nie das Wasser verlassen; allerdings hat Semper eine Art gerade während der Fortpflanzung auf den Philippinen an Land gesehen. Er gibt an, daß die Weibchen, wenn sie trächtig sind, ans Ufer niedriger Inseln gehen und dort in Steinlöchern am Strand die Jungen gebären und mit ihnen eine Zeitlang beisammen bleiben. So beobachtete er auf Mindanao ein riesiges Weibchen von wahrscheinlich Platurus fasciatus mit 20 über ½ m langen Jungen in einem Felsenloch. Lebendiggebärend sind auch die unter der Erde wühlenden Schlangenfamilien der Illysiidae und Uropeltidae und wahrscheinlich auch die Typhlopiden.

9. Die Brutversorgung bei den Säugetieren.

Weit über die Brutversorgungseinrichtungen, die wir bisher kennen gelernt haben, gehen diejenigen hinaus, welche bei den Säugetieren vorkommen. Wenn wir von Säugetieren sprechen, so denken wir immer zuerst an die Tatsache, daß sie lebende Junge zur Welt bringen und sie noch nach der Geburt durch Produkte des mütterlichen Körpers ernähren. Die ganze Organisation des Säugetieres, wenigstens bei den Vertretern des weiblichen Geschlechtes, ist in hohem Maße durch die Art und Weise, wie die Brut erzeugt und gepflegt wird, beeinflußt. In keiner andern Gruppe des Tierreiches finden wir in der gleichen Weise die Ernährung der Embryonen durch das Muttertier einheitlich durchgeführt. Wir haben allerdings schon bei einer ganzen Anzahl von Tieren gesehen, daß dem Embryo z. B. Drüsenprodukte des Muttertieres während seiner Entwicklung als Nahrung dienen. Wir haben das bei den Cladoceren, bei den Lausfliegen, bei manchen Fischen, bei Amphibien kennen gelernt. In manchen Fällen konnten wir sogar darauf hinweisen, daß die Embryonen besondere Hilfsapparate ausbildeten, mit deren Hilfe sie die von der Mutter dargebotene flüssige Nahrung aufsaugten. Es war dies z. B. der Fall bei der sogenannten Plazentabildung der Skorpione, bei den eigentümlichen Kiemen der Uterusjungen von Salamandra atra. Wir

Digitized by Google

Mars, the god of battles, is represented on the coins of Commodus, Caracalla, Geta, Gordian III., Philip, Trajan Decius, Hostilian, Gallus, Volusian, Valerian, Gallienus, Salonina, Postumus, Victorinus, Tetricus, Claudius Gothicus, Quintillus, Aurelian, Vabalathus, Tacitus, Florian, Probus, Carus, Numerian, Carinus, Julian II., Jovian, Valentinian I., Valens, Gratian, Valentinian II., Theodosius I., Arcadius, Honorius, Constantius III., Valentinian III., Marcian, Leo I., Zeno, Basiliscus, Anastasius I., Justin I., Justinian I., Justin II., Tiberius II., Maurice Tiberius, Phocas, Heraclius, Heraclius Constantine, Heraclonas, Constans II., Constantine IV., Justinian II., Leontius, Tiberius III., Philippicus, Anastasius II., Theodosius III., Leo III., Constantine V., Leo IV., Constantine VI., Irene, Nicephorus I., Michael I., Leo V., Michael II., Theophilus, Michael III., Basil I., Leo VI., Alexander, Constantine VII., Romanus I., Romanus II., Nicephorus II., John I., Basil II., Constantine VIII., Romanus III., Michael IV., Michael V., Constantine IX., Theodora, Michael VI., Isaac I., Constantine X., Romanus IV., Michael VII., Nicephorus III., Alexius I., John II., Manuel I., Andronicus I., Isaac II., Alexius III., Alexius IV., Alexius V., Theodore I., John III., Theodore II., John IV., Michael VIII., Andronicus II., Michael IX., Andronicus III., John V., John VI., Manuel II., John VII., John VIII., Constantine XI., Alexius Comnenus, David Comnenus, Manuel Comnenus, Andronicus Comnenus, John Comnenus, Alexius Comnenus, Isaac

ſelbſtändiges Leben ungeeigneter, noch ſehr unentwickelter Embryo aus, welcher von der Mutter lange Zeit herumgetragen wird. Bei Echidna wird jedesmal nur ein einziges Ei befruchtet; Semon hat unter 60 kräftigen Weibchen nur ein einziges Exemplar mit zwei Jungen gefunden. Obwohl bei den Monotremen der rechte Eierſtock und der rechte Eileiter entwickelt ſind, kommen nur diejenigen der linken Seite zu völliger Reife. Die Befruchtung erfolgt innerlich, und das Ei wächſt auch nach der Bildung der Schale noch beträchtlich durch Aufnahme von ernährenden Subſtanzen aus dem Uterusgewebe der Mutter. Es ſchien dies bisher ein weſentlicher Unterſchied gegenüber den Eiern der Reptilien und Vögel zu ſein, doch iſt neuerdings ähnliches für die Vogeleier nachgewieſen worden.

Wenn der Embryo von Echidna die Eiſchale ſprengt, hat er eine Länge von 15 mm. Beim Aufſprengen der Schale dient ihm ein ſogenannter Eizahn (vgl. S. 593), ein Fortſatz, der ihm nach abwärts aus dem Maule hervorragt. Im Beutel der Mutter liegt das Tier frei, es kann ſich nicht anſaugen, da bei den Monotremen Zitzen fehlen. Die milchähnliche Flüſſigkeit, von der das Junge ſich ernährt, wird von zwei Drüſenfeldern der Bauchwand des Beutels ausgeſchieden und vom Jungen abgeleckt. Semon fand den Darm der Jungen ſtets mit einer reichlichen Menge einer weißen, milchähnlichen, fettreichen Flüſſigkeit prall erfüllt. Nach etwa zehn Wochen, wenn das Junge 80—90 mm lang iſt, und wenn die Stacheln gerade hervorzubrechen beginnen, werden die Jungen aus dem Beutel in kleine Erdhöhlen befördert, die die Mutter gegraben hat. Die Alte ſcheint noch einige Zeit zu dem Jungen zurückzukehren, um es in den Beutel aufzunehmen und da zu ſäugen. Bei Ornithorhynchus, der offenbar primitiveren Form, iſt kein Beutel ausgebildet, der auch bei dem Waſſerleben des Tieres zwecklos oder gar für die Nachkommen verderblich wäre.

Eine weitere Stufe in der Brutverſorgung ſtellen die Beuteltiere dar. Zwar findet ſich bei ihnen gelegentlich noch eine rudimentäre Eiſchale (nach Hill bei Dasyurus); aber ſie ſind alle vivipar. Auch bei ihnen werden die Jungen in einem relativ primitiven Zuſtand geboren. Die Trächtigkeit dauert nur 8—11 Tage, 8 Tage nach Selenka beim Opoſſum (Didelphys virginianus), ca. 11 Tage im Maximum bei Dasyurus viverrinus, dem Beutelmarder, nach Hill und O'Donoghue. Die Jungen ſind tatſächlich zu der Zeit, in welcher ſie in den Beutel gelangen, noch Embryonen. Ihre erſte Entwicklung machen ſie in der Gebärmutter, dem Uterus der Mutter durch. Ernährung des Embryos durch Produkte der Uterusdrüſen findet bei allen Beuteltieren ſtatt. Die im Uterus befindlichen Stadien ſchwimmen geradezu in einer nährſtoffreichen Flüſſigkeit. Ja, wir können an dieſer Stelle noch etwas hinzufügen; bei allen Säugetieren werden die aus dem Ovar in den Eileiter aufgenommenen Eier von einer dünnen Eiweißſchicht umhüllt, von der vielfach angenommen wird, daß ſie der Ernährung der erſten Furchungsſtadien dient; vielleicht bildet ſie eher einen ſchützenden Überzug, da ſie ſchon nach den erſten Furchungsſchritten verſchwunden zu ſein pflegt. Sobald das Ei in den eigentlichen Uterus gelangt iſt, beginnt deſſen Wandgewebe die intenſive Tätigkeit, welche zur Ernährung der Embryonen führt. Schon bei den Beuteltieren geht aber in einzelnen Fällen der Anteil der Mutter an der Ernährung des Embryos über die Produktion der von Drüſen erzeugten „Uterusmilch" hinaus. Bei zwei Gattungen von auſtraliſchen Beuteltieren hat Hill die erſten Anſätze zur Bildung einer Plazenta oder eines Mutterkuchens nachgewieſen. Um deren Bildung auch bei den höheren Säugetieren richtig zu verſtehen, müſſen wir einige entwicklungsgeſchichtliche Bemerkungen einfügen. Wie bei den Reptilien und Vögeln ſo ſind auch bei den Säugetieren die Embryonen mit Anhangsorganen und Hüllbildungen verſehen, welche ſie von den Embryonen niederer Wirbeltiere unterſcheiden (Abb. 532). Alle dieſe Bildungen gehen im Verlauf der Entwicklung aus dem Zellmateria

Digitized by Google

de Bretagne, qui, dès le 1er siècle, avait été le théâtre de luttes sanglantes entre les Celtes et les Romains, fut, au IVe siècle, le refuge de nombreux chrétiens persécutés. Les premiers évêques de Vannes, de Nantes, de Rennes, de Quimper, de Tréguier, de Saint-Pol-de-Léon, de Saint-Brieuc, de Dol, de Saint-Malo, de Saint-Méen, de Saint-Corentin, de Saint-Tugdual, de Saint-Samson, de Saint-Patern, de Saint-Melaine, de Saint-Magloire, de Saint-Gildas, de Saint-Guénolé, de Saint-Pierre, de Saint-Paul-Aurélien, de Saint-Brieuc

Fig. 1.—Lichen planus of the mucous membrane of the cheek. (Courtesy of Dr. Oliver Kamm.)

Fig. 2.—Lichen planus of the mucous membrane of the cheek. (Courtesy of Dr. Oliver Kamm.)

Fig. 3.—Lichen planus of the mucous membrane of the cheek. (Courtesy of Dr. Oliver Kamm.)

Fig. 4.—Lichen planus of the mucous membrane of the cheek. (Courtesy of Dr. Oliver Kamm.)

Fig. 5.—Lichen planus of the mucous membrane of the cheek. (Courtesy of Dr. Oliver Kamm.)

Fig. 6.—Lichen planus of the mucous membrane of the cheek. (Courtesy of Dr. Oliver Kamm.)

Fig. 7.—Lichen planus of the mucous membrane of the cheek. (Courtesy of Dr. Oliver Kamm.)

Copyright © 2011 Elsevier Inc. All rights reserved.

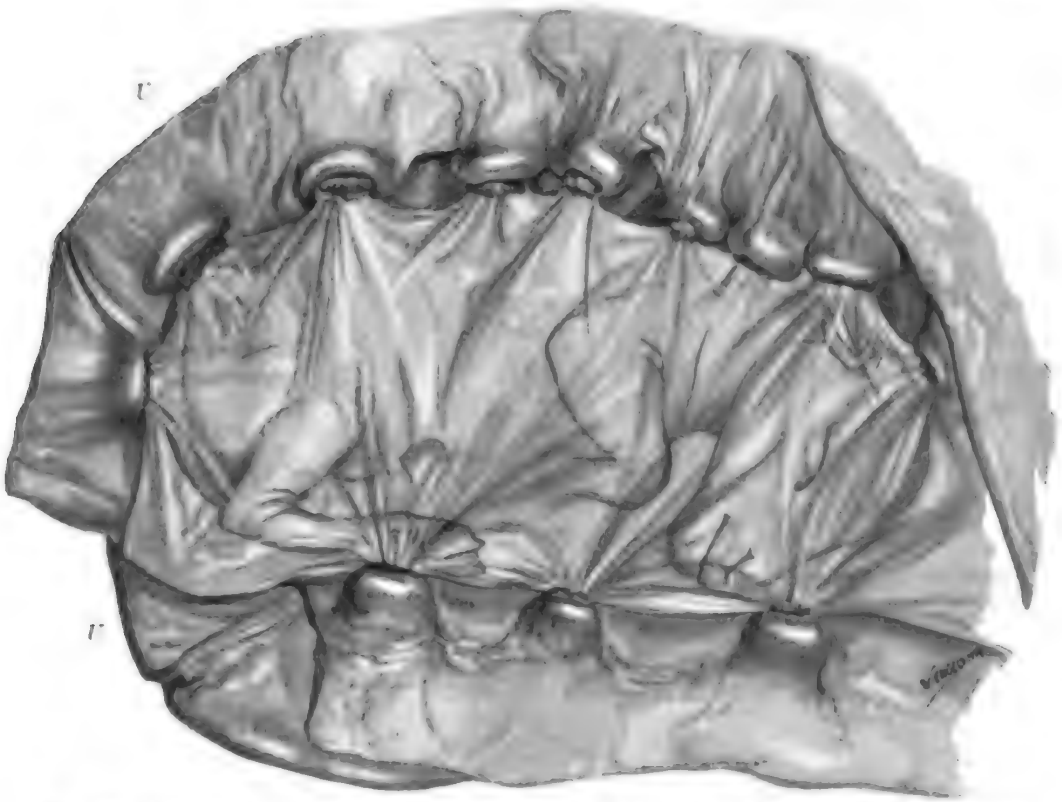


Abb. 536. Teil eines geöffneten Uterus eines Schafs; der Embryo von Fruchtsack (Chorion) und Amnion umhüllt. Die Kotyledonen stecken in den Karunkeln der Uteruswand (*U*). Schwach verkleinert. Orig. nach der Natur.

minder gleichmäßig von zottenförmigen Fortsätzen bedeckt, welche in Vertiefungen der Uterusschleimhaut eingesenkt sind (Abb. 533). Sie haften während der Schwangerschaft hinreichend fest an derselben, lösen sich aber beim Geburtsakt verhältnismäßig leicht aus ihr. Die Zotten sind von Blutgefäßen des Embryos durchsetzt, die Uterusschleimhaut zeigt starke Entwicklung der Drüsen, auch sind die Blutgefäße der mütterlichen Schleimhaut oft sehr erweitert, Blut tritt aus ihnen hervor und wird zur Ernährung des Embryos verwendet. Die Nahrungsaufnahme durch den Embryo erfolgt auf osmotischem und phagocytärem Wege durch die Oberfläche des Chorions und der Zotten; als Nahrung dient Uterussekret lymphoides Transsudat, zerfallendes mütterliches Gewebe und aus den Blutgefäßen in die Uteruswand ausgetretenes Blut. Letzteres wird durch wandernde Leucocyten aufgenommen und der Chorionwand zugetragen (nach Kolster). Die Epithelzellen des Chorion nehmen Blutkörperchen und allerhand Zerfallsprodukte des Epithels und sogar des Bindegewebes der Uteruswand sowie Fett durch Phagocytose auf, und außerdem geht Nähr-

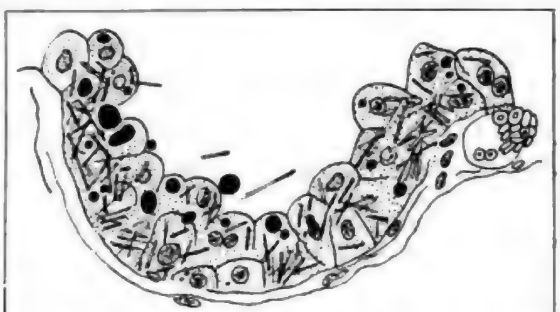


Abb. 537. Chorionepithel vom Schaf mit den geformten Elementen der Uterinmilch in den Zellen, welche sie durch Phagocytose aufgenommen haben. Stark vergrößert. Nach Bonnet.

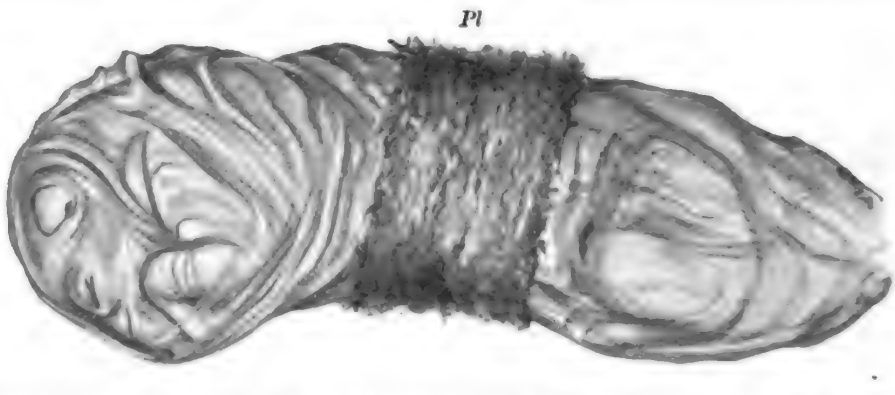


Abb. 538. Gürtelplazenta (*Pl*) des Iltis.
Nat. Größe. Orig. nach der Natur. Nach Objekt des anatomischen Instituts in Freiburg i. Br.

material durch Osmose aus den Gefäßen der Uteruswand in diejenigen der Plazenta über. Ist der Zottenüberzug des Chorion ein gleichmäßiger, wie bei Schwein, Pferd, Esel, Elephant, Halbaffen, so sprechen wir von einer diffusen Plazenta (Abb. 534 und 535). Eine solche haben auch einige wenige Wiederkäuerformen, während die Mehrzahl derselben durch eine besondere Plazentaform ausgezeichnet ist. Auch bei den Rindern, Schafen, Ziegen usw. haben wir es mit vielen, und zwar verhältnismäßig langen Zotten zu tun, welche aber auf der Oberfläche des Chorions in Felder oder Gruppen angeordnet sind, deren Zahl nach den Arten wechselt. Diese Zottenfelder oder Kotyledonen kommen beim Reh auf einer Fruchtblase in ganz geringer Zahl vor (5—6), beim Schaf sind es ihrer bis zu Hundert. Während der Entwicklung der Fruchtblase bilden sie sich stets gegenüber Stellen der Uteruswand, welche gleichsam Ausgüsse für sie darstellen, und welche sich auch am nichtträchtigen Uterus erkennen lassen, den sogenannten Karunkeln; Kotyledo und Karunkel zusammen bezeichnet man als Plazentom (Abb. 536). In den Karunkeln ist ein feines Netz der Uterusgefäße enthalten, bei der Geburt geht ihr Epithel z. T. verloren. Es finden bei manchen Formen, so bei den Schafen, auch leichte Blutungen bei der Geburt statt. Die Ernährung des Embryos geht nicht nur durch die Plazentome vor sich, sondern auch durch die freie Oberfläche des Chorions, auch wenn, wie bei Giraffen und Cervus mexicanus, keine Zotten auf der Oberfläche zwischen den Kotyledonen stehen. Die Ernährung erfolgt bei diesen Formen ebenfalls nicht nur durch die Beziehungen der Blutgefäße von Mutter und Embryo in den Plazentomen, sondern auch durch Zerfallsprodukte mütterlicher Zellen, ausgeschiedenes Blut und Uterusmilch, die alle durch die Chorionoberfläche aufgenommen werden; denn bei den Wiederkäuern, besonders beim Schaf wie vor allem aus den vorzüglichen Untersuchungen von Bonnet hervorgeht, ist die Uterusmilch sehr reichlich. Sie ist eine wässrige Flüssigkeit, welche Eiweiß, Salze, reichlich Fett, zerfallende Zellen, besonders Leukocyten und dazu Eiweißkristalle enthält (Abb. 537). Bei diesen Formen wird das ausgeschiedene mütterliche Blut auch direkt ohne Vermittlung von Leukozyten durch die Chorionwand verarbeitet.

Bei den Deciduaten spielt die Produktion von Uterusmilch eine immer geringere Rolle, und die Ernährung des Embryos direkt durch das Blut des Muttertieres wird immer wesentlicher. Das tritt uns schon in der Art und Weise entgegen, in welcher die Verbindung zwischen Plazenta und Uteruswand hergestellt wird. Stets handelt es sich bei den Deciduaten um beschränkte Bezirke der Fruchtblasenwand, welche zu den Plazenten werden. Wir

Digitized by Google

pericardium is attached to the central tendon of the diaphragm, and to the sternum by the anterior mediastinum. Posteriorly it is connected to the bodies of the vertebræ by the posterior mediastinum.

Fig. 1. Pericardium and Heart of Ox, seen from the front. (Owen.)

1. Pericardium.
2. Right auricle.
3. Left auricle.
4. Right ventricle.
5. Left ventricle.
6. Pulmonary artery.
7. Aorta.
8. Pulmonary veins.
9. Coronary vessels.
10. Coronary vessels.
11. Coronary vessels.
12. Coronary vessels.
13. Coronary vessels.
14. Coronary vessels.
15. Coronary vessels.
16. Coronary vessels.
17. Coronary vessels.
18. Coronary vessels.
19. Coronary vessels.
20. Coronary vessels.
21. Coronary vessels.
22. Coronary vessels.
23. Coronary vessels.
24. Coronary vessels.
25. Coronary vessels.
26. Coronary vessels.
27. Coronary vessels.
28. Coronary vessels.
29. Coronary vessels.
30. Coronary vessels.
31. Coronary vessels.
32. Coronary vessels.
33. Coronary vessels.
34. Coronary vessels.
35. Coronary vessels.
36. Coronary vessels.
37. Coronary vessels.
38. Coronary vessels.
39. Coronary vessels.
40. Coronary vessels.
41. Coronary vessels.
42. Coronary vessels.
43. Coronary vessels.
44. Coronary vessels.
45. Coronary vessels.
46. Coronary vessels.
47. Coronary vessels.
48. Coronary vessels.
49. Coronary vessels.
50. Coronary vessels.
51. Coronary vessels.
52. Coronary vessels.
53. Coronary vessels.
54. Coronary vessels.
55. Coronary vessels.
56. Coronary vessels.
57. Coronary vessels.
58. Coronary vessels.
59. Coronary vessels.
60. Coronary vessels.
61. Coronary vessels.
62. Coronary vessels.
63. Coronary vessels.
64. Coronary vessels.
65. Coronary vessels.
66. Coronary vessels.
67. Coronary vessels.
68. Coronary vessels.
69. Coronary vessels.
70. Coronary vessels.
71. Coronary vessels.
72. Coronary vessels.
73. Coronary vessels.
74. Coronary vessels.
75. Coronary vessels.
76. Coronary vessels.
77. Coronary vessels.
78. Coronary vessels.
79. Coronary vessels.
80. Coronary vessels.
81. Coronary vessels.
82. Coronary vessels.
83. Coronary vessels.
84. Coronary vessels.
85. Coronary vessels.
86. Coronary vessels.
87. Coronary vessels.
88. Coronary vessels.
89. Coronary vessels.
90. Coronary vessels.
91. Coronary vessels.
92. Coronary vessels.
93. Coronary vessels.
94. Coronary vessels.
95. Coronary vessels.
96. Coronary vessels.
97. Coronary vessels.
98. Coronary vessels.
99. Coronary vessels.
100. Coronary vessels.
101. Coronary vessels.
102. Coronary vessels.
103. Coronary vessels.
104. Coronary vessels.
105. Coronary vessels.
106. Coronary vessels.
107. Coronary vessels.
108. Coronary vessels.
109. Coronary vessels.
110. Coronary vessels.
111. Coronary vessels.
112. Coronary vessels.
113. Coronary vessels.
114. Coronary vessels.
115. Coronary vessels.
116. Coronary vessels.
117. Coronary vessels.
118. Coronary vessels.
119. Coronary vessels.
120. Coronary vessels.
121. Coronary vessels.
122. Coronary vessels.
123. Coronary vessels.
124. Coronary vessels.
125. Coronary vessels.
126. Coronary vessels.
127. Coronary vessels.
128. Coronary vessels.
129. Coronary vessels.
130. Coronary vessels.
131. Coronary vessels.
132. Coronary vessels.
133. Coronary vessels.
134. Coronary vessels.
135. Coronary vessels.
136. Coronary vessels.
137. Coronary vessels.
138. Coronary vessels.
139. Coronary vessels.
140. Coronary vessels.
141. Coronary vessels.
142. Coronary vessels.
143. Coronary vessels.
144. Coronary vessels.
145. Coronary vessels.
146. Coronary vessels.
147. Coronary vessels.
148. Coronary vessels.
149. Coronary vessels.
150. Coronary vessels.
151. Coronary vessels.
152. Coronary vessels.
153. Coronary vessels.
154. Coronary vessels.
155. Coronary vessels.
156. Coronary vessels.
157. Coronary vessels.
158. Coronary vessels.
159. Coronary vessels.
160. Coronary vessels.
161. Coronary vessels.
162. Coronary vessels.
163. Coronary vessels.
164. Coronary vessels.
165. Coronary vessels.
166. Coronary vessels.
167. Coronary vessels.
168. Coronary vessels.
169. Coronary vessels.
170. Coronary vessels.
171. Coronary vessels.
172. Coronary vessels.
173. Coronary vessels.
174. Coronary vessels.
175. Coronary vessels.
176. Coronary vessels.
177. Coronary vessels.
178. Coronary vessels.
179. Coronary vessels.
180. Coronary vessels.
181. Coronary vessels.
182. Coronary vessels.
183. Coronary vessels.
184. Coronary vessels.
185. Coronary vessels.
186. Coronary vessels.
187. Coronary vessels.
188. Coronary vessels.
189. Coronary vessels.
190. Coronary vessels.
191. Coronary vessels.
192. Coronary vessels.
193. Coronary vessels.
194. Coronary vessels.
195. Coronary vessels.
196. Coronary vessels.
197. Coronary vessels.
198. Coronary vessels.
199. Coronary vessels.
200. Coronary vessels.
201. Coronary vessels.
202. Coronary vessels.
203. Coronary vessels.
204. Coronary vessels.
205. Coronary vessels.
206. Coronary vessels.
207. Coronary vessels.
208. Coronary vessels.
209. Coronary vessels.
210. Coronary vessels.
211. Coronary vessels.
212. Coronary vessels.
213. Coronary vessels.
214. Coronary vessels.
215. Coronary vessels.
216. Coronary vessels.
217. Coronary vessels.
218. Coronary vessels.
219. Coronary vessels.
220. Coronary vessels.
221. Coronary vessels.
222. Coronary vessels.
223. Coronary vessels.
224. Coronary vessels.
225. Coronary vessels.
226. Coronary vessels.
227. Coronary vessels.
228. Coronary vessels.
229. Coronary vessels.
230. Coronary vessels.
231. Coronary vessels.
232. Coronary vessels.
233. Coronary vessels.
234. Coronary vessels.
235. Coronary vessels.
236. Coronary vessels.
237. Coronary vessels.
238. Coronary vessels.
239. Coronary vessels.
240. Coronary vessels.
241. Coronary vessels.
242. Coronary vessels.
243. Coronary vessels.
244. Coronary vessels.
245. Coronary vessels.
246. Coronary vessels.
247. Coronary vessels.
248. Coronary vessels.
249. Coronary vessels.
250. Coronary vessels.
251. Coronary vessels.
252. Coronary vessels.
253. Coronary vessels.
254. Coronary vessels.
255. Coronary vessels.
256. Coronary vessels.
257. Coronary vessels.
258. Coronary vessels.
259. Coronary vessels.
260. Coronary vessels.
261. Coronary vessels.
262. Coronary vessels.
263. Coronary vessels.
264. Coronary vessels.
265. Coronary vessels.
266. Coronary vessels.
267. Coronary vessels.
268. Coronary vessels.
269. Coronary vessels.
270. Coronary vessels.
271. Coronary vessels.
272. Coronary vessels.
273. Coronary vessels.
274. Coronary vessels.
275. Coronary vessels.
276. Coronary vessels.
277. Coronary vessels.
278. Coronary vessels.
279. Coronary vessels.
280. Coronary vessels.
281. Coronary vessels.
282. Coronary vessels.
283. Coronary vessels.
284. Coronary vessels.
285. Coronary vessels.
286. Coronary vessels.
287. Coronary vessels.
288. Coronary vessels.
289. Coronary vessels.
290. Coronary vessels.
291. Coronary vessels.
292. Coronary vessels.
293. Coronary vessels.
294. Coronary vessels.
295. Coronary vessels.
296. Coronary vessels.
297. Coronary vessels.
298. Coronary vessels.
299. Coronary vessels.
300. Coronary vessels.
301. Coronary vessels.
302. Coronary vessels.
303. Coronary vessels.
304. Coronary vessels.
305. Coronary vessels.
306. Coronary vessels.
307. Coronary vessels.
308. Coronary vessels.
309. Coronary vessels.
310. Coronary vessels.
311. Coronary vessels.
312. Coronary vessels.
313. Coronary vessels.
314. Coronary vessels.
315. Coronary vessels.
316. Coronary vessels.
317. Coronary vessels.
318. Coronary vessels.
319. Coronary vessels.
320. Coronary vessels.
321. Coronary vessels.
322. Coronary vessels.
323. Coronary vessels.
324. Coronary vessels.
325. Coronary vessels.
326. Coronary vessels.
327. Coronary vessels.
328. Coronary vessels.
329. Coronary vessels.
330. Coronary vessels.
331. Coronary vessels.
332. Coronary vessels.
333. Coronary vessels.
334. Coronary vessels.
335. Coronary vessels.
336. Coronary vessels.
337. Coronary vessels.
338. Coronary vessels.
339. Coronary vessels.
340. Coronary vessels.
341. Coronary vessels.
342. Coronary vessels.
343. Coronary vessels.
344. Coronary vessels.
345. Coronary vessels.
346. Coronary vessels.
347. Coronary vessels.
348. Coronary vessels.
349. Coronary vessels.
350. Coronary vessels.
351. Coronary vessels.
352. Coronary vessels.
353. Coronary vessels.
354. Coronary vessels.
355. Coronary vessels.
356. Coronary vessels.
357. Coronary vessels.
358. Coronary vessels.
359. Coronary vessels.
360. Coronary vessels.
361. Coronary vessels.
362. Coronary vessels.
363. Coronary vessels.
364. Coronary vessels.
365. Coronary vessels.
366. Coronary vessels.
367. Coronary vessels.
368. Coronary vessels.
369. Coronary vessels.
370. Coronary vessels.
371. Coronary vessels.
372. Coronary vessels.
373. Coronary vessels.
374. Coronary vessels.
375. Coronary vessels.
376. Coronary vessels.
377. Coronary vessels.
378. Coronary vessels.
379. Coronary vessels.
380. Coronary vessels.
381. Coronary vessels.
382. Coronary vessels.
383. Coronary vessels.
384. Coronary vessels.
385. Coronary vessels.
386. Coronary vessels.
387. Coronary vessels.
388. Coronary vessels.
389. Coronary vessels.
390. Coronary vessels.
391. Coronary vessels.
392. Coronary vessels.
393. Coronary vessels.
394. Coronary vessels.
395. Coronary vessels.
396. Coronary vessels.
397. Coronary vessels.
398. Coronary vessels.
399. Coronary vessels.
400. Coronary vessels.
401. Coronary vessels.
402. Coronary vessels.
403. Coronary vessels.
404. Coronary vessels.
405. Coronary vessels.
406. Coronary vessels.
407. Coronary vessels.
408. Coronary vessels.
409. Coronary vessels.
410. Coronary vessels.
411. Coronary vessels.
412. Coronary vessels.
413. Coronary vessels.
414. Coronary vessels.
415. Coronary vessels.
416. Coronary vessels.
417. Coronary vessels.
418. Coronary vessels.
419. Coronary vessels.
420. Coronary vessels.
421. Coronary vessels.
422. Coronary vessels.
423. Coronary vessels.
424. Coronary vessels.
425. Coronary vessels.
426. Coronary vessels.
427. Coronary vessels.
428. Coronary vessels.
429. Coronary vessels.
430. Coronary vessels.
431. Coronary vessels.
432. Coronary vessels.
433. Coronary vessels.
434. Coronary vessels.
435. Coronary vessels.
436. Coronary vessels.
437. Coronary vessels.
438. Coronary vessels.
439. Coronary vessels.
440. Coronary vessels.
441. Coronary vessels.
442. Coronary vessels.
443. Coronary vessels.
444. Coronary vessels.
445. Coronary vessels.
446. Coronary vessels.
447. Coronary vessels.
448. Coronary vessels.
449. Coronary vessels.
450. Coronary vessels.
451. Coronary vessels.
452. Coronary vessels.
453. Coronary vessels.
454. Coronary vessels.
455. Coronary vessels.
456. Coronary vessels.
457. Coronary vessels.
458. Coronary vessels.
459. Coronary vessels.
460. Coronary vessels.
461. Coronary vessels.
462. Coronary vessels.
463. Coronary vessels.
464. Coronary vessels.
465. Coronary vessels.
466. Coronary vessels.
467. Coronary vessels.
468. Coronary vessels.
469. Coronary vessels.
470. Coronary vessels.
471. Coronary vessels.
472. Coronary vessels.
473. Coronary vessels.
474. Coronary vessels.
475. Coronary vessels.
476. Coronary vessels.
477. Coronary vessels.
478. Coronary vessels.
479. Coronary vessels.
480. Coronary vessels.
481. Coronary vessels.
482. Coronary vessels.
483. Coronary vessels.
484. Coronary vessels.
485. Coronary vessels.
486. Coronary vessels.
487. Coronary vessels.
488. Coronary vessels.
489. Coronary vessels.
490. Coronary vessels.
491. Coronary vessels.
492. Coronary vessels.
493. Coronary vessels.
494. Coronary vessels.
495. Coronary vessels.
496. Coronary vessels.
497. Coronary vessels.
498. Coronary vessels.
499. Coronary vessels.
500. Coronary vessels.
501. Coronary vessels.
502. Coronary vessels.
503. Coronary vessels.
504. Coronary vessels.
505. Coronary vessels.
506. Coronary vessels.
507. Coronary vessels.
508. Coronary vessels.
509. Coronary vessels.
510. Coronary vessels.
511. Coronary vessels.
512. Coronary vessels.
513. Coronary vessels.
514. Coronary vessels.
515. Coronary vessels.
516. Coronary vessels.
517. Coronary vessels.
518. Coronary vessels.
519. Coronary vessels.
520. Coronary vessels.
521. Coronary vessels.
522. Coronary vessels.
523. Coronary vessels.
524. Coronary vessels.
525. Coronary vessels.
526. Coronary vessels.
527. Coronary vessels.
528. Coronary vessels.
529. Coronary vessels.
530. Coronary vessels.
531. Coronary vessels.
532. Coronary vessels.
533. Coronary vessels.
534. Coronary vessels.
535. Coronary vessels.
536. Coronary vessels.
537. Coronary vessels.
538. Coronary vessels.
539. Coronary vessels.
540. Coronary vessels.
541. Coronary vessels.
542. Coronary vessels.
543. Coronary vessels.
544. Coronary vessels.
545. Coronary vessels.
546. Coronary vessels.
547. Coronary vessels.
548. Coronary vessels.
549. Coronary vessels.
550. Coronary vessels.
551. Coronary vessels.
552. Coronary vessels.
553. Coronary vessels.
554. Coronary vessels.
555. Coronary vessels.
556. Coronary vessels.
557. Coronary vessels.
558. Coronary vessels.
559. Coronary vessels.
560. Coronary vessels.
561. Coronary vessels.
562. Coronary vessels.
563. Coronary vessels.
564. Coronary vessels.
565. Coronary vessels.
566. Coronary vessels.
567. Coronary vessels.
568. Coronary vessels.
569. Coronary vessels.
570. Coronary vessels.
571. Coronary vessels.
572. Coronary vessels.
573. Coronary vessels.
574. Coronary vessels.
575. Coronary vessels.
576. Coronary vessels.
577. Coronary vessels.
578. Coronary vessels.
579. Coronary vessels.
580. Coronary vessels.
581. Coronary vessels.
582. Coronary vessels.
583. Coronary vessels.
584. Coronary vessels.
585. Coronary vessels.
586. Coronary vessels.
587. Coronary vessels.
588. Coronary vessels.
589. Coronary vessels.
590. Coronary vessels.
591. Coronary vessels.
592. Coronary vessels.
593. Coronary vessels.
594. Coronary vessels.
595. Coronary vessels.
596. Coronary vessels.
597. Coronary vessels.
598. Coronary vessels.
599. Coronary vessels.
600. Coronary vessels.
601. Coronary vessels.
602. Coronary vessels.
603. Coronary vessels.
604. Coronary vessels.
605. Coronary vessels.
606. Coronary vessels.
607. Coronary vessels.
608. Coronary vessels.
609. Coronary vessels.
610. Coronary vessels.
611. Coronary vessels.
612. Coronary vessels.
613. Coronary vessels.
614. Coronary vessels.
615. Coronary vessels.
616. Coronary vessels.
617. Coronary vessels.
618. Coronary vessels.
619. Coronary vessels.
620. Coronary vessels.
621. Coronary vessels.
622. Coronary vessels.
623. Coronary vessels.
624. Coronary vessels.
625. Coronary vessels.
626. Coronary vessels.
627. Coronary vessels.
628. Coronary vessels.
629. Coronary vessels.
630. Coronary vessels.
631. Coronary vessels.
632. Coronary vessels.
633. Coronary vessels.
634. Coronary vessels.
635. Coronary vessels.
636. Coronary vessels.
637. Coronary vessels.
638. Coronary vessels.
639. Coronary vessels.
640. Coronary vessels.
641. Coronary vessels.
642. Coronary vessels.
643. Coronary vessels.
644. Coronary vessels.
645. Coronary vessels.
646. Coronary vessels.
647. Coronary vessels.
648. Coronary vessels.
649. Coronary vessels.
650. Coronary vessels.
651. Coronary vessels.
652. Coronary vessels.
653. Coronary vessels.
654. Coronary vessels.
655. Coronary vessels.
656. Coronary vessels.
657. Coronary vessels.
658. Coronary vessels.
659. Coronary vessels.
660. Coronary vessels.
661. Coronary vessels.
662. Coronary vessels.
663. Coronary vessels.
664. Coronary vessels.
665. Coronary vessels.
666. Coronary vessels.
667. Coronary vessels.
668. Coronary vessels.
669. Coronary vessels.
670. Coronary vessels.
671. Coronary vessels.
672. Coronary vessels.
673. Coronary vessels.
674. Coronary vessels.
675. Coronary vessels.
676. Coronary vessels.
677. Coronary vessels.
678. Coronary vessels.
679. Coronary vessels.
680. Coronary vessels.
681. Coronary vessels.
682. Coronary vessels.
683. Coronary vessels.
684. Coronary vessels.
685. Coronary vessels.
686. Coronary vessels.
687. Coronary vessels.
688. Coronary vessels.
689. Coronary vessels.
690. Coronary vessels.
691. Coronary vessels.
692. Coronary vessels.
693. Coronary vessels.
694. Coronary vessels.
695. Coronary vessels.
696. Coronary vessels.
697. Coronary vessels.
698. Coronary vessels.
699. Coronary vessels.
700. Coronary vessels.
701. Coronary vessels.
702. Coronary vessels.
703. Coronary vessels.
704. Coronary vessels.
705. Coronary vessels.
706. Coronary vessels.
707. Coronary vessels.
708. Coronary vessels.
709. Coronary vessels.
710. Coronary vessels.
711. Coronary vessels.
712. Coronary vessels.
713. Coronary vessels.
714. Coronary vessels.
715. Coronary vessels.
716. Coronary vessels.
717. Coronary vessels.
718. Coronary vessels.
719. Coronary vessels.
720. Coronary vessels.
721. Coronary vessels.
722. Coronary vessels.
723. Coronary vessels.
724. Coronary vessels.
725. Coronary vessels.
726. Coronary vessels.
727. Coronary vessels.
728. Coronary vessels.
729. Coronary vessels.
730. Coronary vessels.
731. Coronary vessels.
732. Coronary vessels.
733. Coronary vessels.
734. Coronary vessels.
735. Coronary vessels.
736. Coronary vessels.
737. Coronary vessels.
738. Coronary vessels.
739. Coronary vessels.
740. Coronary vessels.
741. Coronary vessels.
742. Coronary vessels.
743. Coronary vessels.
744. Coronary vessels.
745. Coronary vessels.
746. Coronary vessels.
747. Coronary vessels.
748. Coronary vessels.
749. Coronary vessels.
750. Coronary vessels.
751. Coronary vessels.
752. Coronary vessels.
753. Coronary vessels.
754. Coronary vessels.
755. Coronary vessels.
756. Coronary vessels.
757. Coronary vessels.
758. Coronary vessels.
759. Coronary vessels.
760. Coronary vessels.
761. Coronary vessels.
762. Coronary vessels.
763. Coronary vessels.
764. Coronary vessels.
765. Coronary vessels.
766. Coronary vessels.
767. Coronary vessels.
768. Coronary vessels.
769. Coronary vessels.
770. Coronary vessels.
771. Coronary vessels.
772. Coronary vessels.
773. Coronary vessels.
774. Coronary vessels.
775. Coronary vessels.
776. Coronary vessels.
777. Coronary vessels.
778. Coronary vessels.
779. Coronary vessels.
780. Coronary vessels.
781. Coronary vessels.
782. Coronary vessels.
783. Coronary vessels.
784. Coronary vessels.
785. Coronary vessels.
786. Coronary vessels.
787. Coronary vessels.
788. Coronary vessels.
789. Coronary vessels.
790. Coronary vessels.
791. Coronary vessels.
792. Coronary vessels.
793. Coronary vessels.
794. Coronary vessels.
795. Coronary vessels.
796. Coronary vessels.
797. Coronary vessels.
798. Coronary vessels.
799. Coronary vessels.
800. Coronary vessels.
801. Coronary vessels.
802. Coronary vessels.
803. Coronary vessels.
804. Coronary vessels.
805. Coronary vessels.
806. Coronary vessels.
807. Coronary vessels.
808. Coronary vessels.
809. Coronary vessels.
810. Coronary vessels.
811. Coronary vessels.
812. Coronary vessels.
813. Coronary vessels.
814. Coronary vessels.
815. Coronary vessels.
816. Coronary vessels.
817. Coronary vessels.
818. Coronary vessels.
819. Coronary vessels.
820. Coronary vessels.
821. Coronary vessels.
822. Coronary vessels.
823. Coronary vessels.
824. Coronary vessels.
825. Coronary vessels.
826. Coronary vessels.
827. Coronary vessels.
828. Coronary vessels.
829. Coronary vessels.
830. Coronary vessels.
831. Coronary vessels.
832. Coronary vessels.
833. Coronary vessels.
834. Coronary vessels.
835. Coronary vessels.
836. Coronary vessels.
837. Coronary vessels.
838. Coronary vessels.
839. Coronary vessels.
840. Coronary vessels.
841. Coronary vessels.
842. Coronary vessels.
843. Coronary vessels.
844. Coronary vessels.
845. Coronary vessels.
846. Coronary vessels.
847. Coronary vessels.
848. Coronary vessels.
849. Coronary vessels.
850. Coronary vessels.
851. Coronary vessels.
852. Coronary vessels.
853. Coronary vessels.
854. Coronary vessels.
855. Coronary vessels.
856. Coronary vessels.
857. Coronary vessels.
858. Coronary vessels.
859. Coronary vessels.
860. Coronary vessels.
861. Coronary vessels.
862. Coronary vessels.
863. Coronary vessels.
864. Coronary vessels.
865. Coronary vessels.
866. Coronary vessels.
867. Coronary vessels.
868. Coronary vessels.
869. Coronary vessels.
870. Coronary vessels.
871. Coronary vessels.
872. Coronary vessels.
873. Coronary vessels.
874. Coronary vessels.
875. Coronary vessels.
876. Coronary vessels.
877. Coronary vessels.
878. Coronary vessels.
879. Coronary vessels.
880. Coronary vessels.
881. Coronary vessels.
882. Coronary vessels.
883. Coronary vessels.
884. Coronary vessels.
885. Coronary vessels.
886. Coronary vessels.
887. Coronary vessels.
888. Coronary vessels.
889. Coronary vessels.
890. Coronary vessels.
891. Coronary vessels.
892. Coronary vessels.
893. Coronary vessels.
894. Coronary vessels.
895. Coronary vessels.
896. Coronary vessels.
897. Coronary vessels.
898. Coronary vessels.
899. Coronary vessels.
900. Coronary vessels.
901. Coronary vessels.
902. Coronary vessels.
903. Coronary vessels.
904. Coronary vessels.
905. Coronary vessels.
906. Coronary vessels.
907. Coronary vessels.
908. Coronary vessels.
909. Coronary vessels.
910. Coronary vessels.
911. Coronary vessels.
912. Coronary vessels.
913. Coronary vessels.
914. Coronary vessels.
915. Coronary vessels.
916. Coronary vessels.
917. Coronary vessels.
918. Coronary vessels.
919. Coronary vessels.
920. Coronary vessels.
921. Coronary vessels.
922. Coronary vessels.
923. Coronary vessels.
924. Coronary vessels.
925. Coronary vessels.
926. Coronary vessels.
927. Coronary vessels.
928. Coronary vessels.
929. Coronary vessels.
930. Coronary vessels.
931. Coronary vessels.
932. Coronary vessels.
933. Coronary vessels.
934. Coronary vessels.
935. Coronary vessels.
936. Coronary vessels.
937. Coronary vessels.
938. Coronary vessels.
939. Coronary vessels.
940. Coronary vessels.
941. Coronary vessels.
942. Coronary vessels.
943. Coronary vessels.
944. Coronary vessels.
945. Coronary vessels.
946. Coronary vessels.
947. Coronary vessels.
948. Coronary vessels.
949. Coronary vessels.
950. Coronary vessels.
951. Coronary vessels.
952. Coronary vessels.
953. Coronary vessels.
954. Coronary vessels.
955. Coronary vessels.
956. Coronary vessels.
957. Coronary vessels.
958. Coronary vessels.
959. Coronary vessels.
960. Coronary vessels.
961. Coronary vessels.
962. Coronary vessels.
963. Coronary vessels.
964. Coronary vessels.
965. Coronary vessels.
966. Coronary vessels.
967. Coronary vessels.
968. Coronary vessels.
969. Coronary vessels.
970. Coronary vessels.
971. Coronary vessels.
972. Coronary vessels.
973. Coronary vessels.
974. Coronary vessels.
975. Coronary vessels.
976. Coronary vessels.
977. Coronary vessels.
978. Coronary vessels.
979. Coronary vessels.
980. Coronary vessels.
981. Coronary vessels.
982. Coronary vessels.
983. Coronary vessels.
984. Coronary vessels.
985. Coronary vessels.
986. Coronary vessels.
987. Coronary vessels.
988. Coronary vessels.
989. Coronary vessels.
990. Coronary vessels.
991. Coronary vessels.
992. Coronary vessels.
993. Coronary vessels.
994. Coronary vessels.
995. Coronary vessels.
996. Coronary vessels.
997. Coronary vessels.
998. Coronary vessels.
999. Coronary vessels.
1000. Coronary vessels.

Abb. 6.1 Schnitt durch das Auge eines Embryos. Die Linsenplakode hat sich bereits zu einer Linsenblase eingestülpt, die sich vom Oberflächenektoderm abgeschnürt hat. Die Augenblase ist zum Augenbecher eingestülpt. Die Linsenblase hat sich zur Linse differenziert. Die Augenbecherspalte ist noch offen.

Aus dem Neuralrohr stülpen sich beidseits die Augenblasen aus. Sie wachsen in Richtung Oberflächenektoderm und induzieren dort die Linsenplakode. Diese stülpt sich ein und schnürt sich als Linsenblase vom Oberflächenektoderm ab. Die Augenblase stülpt sich zum Augenbecher ein. Die Linsenblase differenziert sich zur Linse. Die Augenbecherspalte ist noch offen (Abb. 6.1).

Abb. 6.2 Schnitt durch das Auge eines Embryos. Die Augenbecherspalte ist geschlossen. Die Linse hat sich vom Oberflächenektoderm abgeschnürt. Die Retina ist differenziert. Der Glaskörper füllt den Raum zwischen Linse und Retina.

Die Augenbecherspalte ist geschlossen. Die Linse hat sich vom Oberflächenektoderm abgeschnürt. Die Retina ist differenziert. Der Glaskörper füllt den Raum zwischen Linse und Retina (Abb. 6.2).

Abb. 6.3 Schnitt durch das Auge eines Embryos. Die Linse ist vollständig vom Oberflächenektoderm abgeschnürt. Die Retina ist differenziert. Der Glaskörper füllt den Raum zwischen Linse und Retina. Die Sklera ist differenziert.

Die Linse ist vollständig vom Oberflächenektoderm abgeschnürt. Die Retina ist differenziert. Der Glaskörper füllt den Raum zwischen Linse und Retina. Die Sklera ist differenziert (Abb. 6.3).

Copyright © 2010 Georg Thieme Verlag KG

ten der Plazenten vielfach ein, vermitteln auf diese Weise den Gaswechsel des Embryos, geben die Stoffwechselprodukte an das mütterliche Blut ab und entnehmen diesem die nötigen Nährstoffe, teils in flüssiger Form, teils aber auch hier auf dem Wege der Phagocytose. Die Versorgung der einzelnen Teile des Embryos geschieht durch dessen eigene Blutgefäße, welche sich zu den Nabelgefäßen vereinigen. In einem mächtigen Strang den Körper des Embryos verlassend, verzweigen sie sich in der Plazenta zu einem feinen Netz, vom dem aus ein starkes Sammelgefäß wiederum durch den Nabelstrang zum Körper zurückkehrt. Doch auch bei den Deciduaten, und zwar noch in höherem Maße bei der Placenta zonaria als bei der Placenta discoidalis, spielt noch Zerfall von mütterlichem Gewebe eine große Rolle, wobei die Aufnahme durch das Chorionepithel erfolgt, dessen Zellen eine gewebelösende Wirkung ausüben (nach Bonnet, Kolster u. a.).

Es ist verständlich, daß bei den Indeciduaten der Geburtsakt ein viel einfacherer und leichterer ist als bei den Deciduaten. Aber auch bei den letzteren, soweit sie im wilden Zustand unter normalen Verhältnissen gebären, pflegt die Schwächung der Mutter durch den Geburtsvorgang nicht erheblich zu sein. Jedenfalls ist sie sehr bald danach ganz munter. Immerhin ziehen sich die Säugetierweibchen ein paar Tage vor der Geburt an einsame, verborgene Orte zurück, sind still und benehmen sich wie kranke Tiere. Bei der Geburt platzen die Fruchthüllen, das Fruchtwasser aus Chorion und Amnion entleert sich; die Plazenta, die meist dem Neugeborenen sofort nachfolgt, bleibt aber durch den Nabelstrang noch mit den Körper des jungen Tieres verbunden. Bei manchen Formen kann die sogenannte Nachgeburt, also Plazenta mit Nabelstrang, noch tagelang von dem jungen Tier mit herumgeschleppt werden, um dann abzufallen, wie wir das z. B. oben schon (S. 477) für die Robben erwähnt haben. Bei anderen Formen, so bei Huftieren, ist die Loslösung beim Geburtsakt schon vollzogen; wieder bei andern, so bei Raubtieren und Nagetieren, beißt die Mutter nach der Geburt den Nabelstrang durch. Bei einigen wenigen Formen bleibt ein mehr oder minder großer Teil der Nachgeburt im mütterlichen Körper zurück und wird von diesem resorbiert, so bei gewissen Insektenfressern. Manche Tiere fressen auch die Nachgeburt selber auf, wie z. B. Raubtiere.

10. Bewachung, Ernährung und Erziehung der heranwachsenden Brut.

Schon in den früheren Abschnitten hatten wir hie und da zu erwähnen, daß die neugeborenen oder aus den Eiern ausgeschlüpften jungen Tiere noch der Obhut durch die Eltern bedurften, um regelrecht und ohne übermäßige Gefährdung heranzuwachsen. Sehr selten waren solche Fälle bei den Wirbellosen zu erwähnen; bei ihnen sahen wir meist mit dem Ausschlüpfen aus den Eiern selbst die am weitesten gehende Fürsorge der Eltern ein Ende erreichen. Doch nicht bei allen Gruppen: so sahen wir bei Wolfsspinnen und Skorpionen die jungen Tiere auf dem Rücken des Muttertiers eine Zuflucht finden, zu der sie auch nach erlangter freier Beweglichkeit sich immer wieder zurückziehen. Die Skorpionsmütter sollen sogar Spinnen, Blatta-Arten und andere Insekten fangen, zerreißen und den Jungen als Futter vorwerfen. Im übernächsten Kapitel werden wir bei den sozialen Insekten viele Fälle von sehr weitgehender und lange fortgesetzter Pflege der Brut kennen lernen. Vorstufen dazu finden sich schon bei den solitären Insekten, und zwar besonders bei den Verwandten der sozialen Gruppen, aber auch bei anderen Formen.

So finden wir merkwürdigerweise bei einigen ziemlich niedrigstehenden Raubwespenarten die Gewohnheit, ihr Ei zuerst in eine Zelle zu legen, dann erst Nahrung in dieselbe

Digitized by Google

einzutragen und in der Folge die ausgeschlüpfte und heranwachsende Larve längere Zeit hindurch mit frischer Nahrung zu versehen. Es sind dies Arten aus verschiedenen Gattungen: Monedula punctata, deren Brutpflege und merkwürdige Individuenzunahme im Gefolge der sich ausbreitenden Kultur in Argentinien Hudson in reizvoller Weise schildert, Stizus tridens, St. errans und Bembex mediterraneus. Sie unterscheiden sich also sehr wesentlich von den übrigen Raubwespen, welche ihre Eier stets nachträglich auf der eingetragenen Beute ablegen, und ähneln darin den Faltenwespen. Die genannten Arten öffnen nachträglich die schon geschlossenen Zellen wieder und bringen neues Futter. Jedesmal wenn Monedula punctata neue Fliegen gebracht hat, verschließt sie ihr Nest aufs sorgfältigste. Ähnlich verfahren auch einige Formen, welche ihre Eier nachträglich an eingetragene Beute ablegen, so z. B. alle genauer untersuchten Bembexarten, die ihre Larven mit gelähmten Fliegen füttern. Es wird dabei von dem alten Tier oft eine ordentliche Arbeit geleistet, da die Larve bei manchen Arten bis zu 80 Fliegen verzehrt. Die junge Larve erhält kleine Fliegen, die ältere auch größere, z. B. Tabanusarten. Ähnliche Gewohnheiten sind bei Monedula surinamensis, Lyroda subita, Ammophila heydeni und Ammophila campestris beobachtet worden. Ja bei der letztgenannten Art geht die Fürsorge nach den Beobachtungen von Adlerz so weit, daß sie von Zeit zu Zeit die Zelle öffnet, dabei nur, wenn es nötig ist, neues Futter herbei- oder vertrocknete Futterraupen herausschafft. Diese Sorge um ihre Brut wird auch dann nicht abgebrochen, wenn die Mutter durch länger anhaltendes schlechtes Wetter gezwungen war, sich in ein Versteck zurückzuziehen. Sobald die Sonne wieder scheint, beginnt sie auch nach Tagen wieder nachzusehen, zu pflegen und zu sorgen.

Das erinnert also schon sehr an die Pflege, wie sie den Larven der sozialen Wespen zuteil wird. Auch bei den ihre Larven mit Honig fütternden Faltenwespen aus der Familie der Masaridae kommt nachträgliche Fütterung der Larven bei der Gattung Ceramius vor.

Wir haben oben schon (S. 576) einige Fälle kennen gelernt, aus denen hervorgeht, daß auch gewisse Mistkäfer sich noch um ihre aus den Eiern kriechenden Larven kümmern und ihnen, ja selbst den jungen Käfern beim Verlassen der Puppenhülle gewisse Hilfeleistungen zuteil werden lassen. Ohaus hat bei einigen südamerikanischen Käfern Gewohnheiten beschrieben, bei denen die elterliche Fürsorge noch weit über das dort Geschilderte hinausgeht. Die Passalidae sind in morschem Holz bohrende Käfer, bei denen Männchen und Weibchen in den Gängen dauernd mit den Larven zusammenleben, die sie mit feingekauter und teilweise schon verdauter Holzmasse füttern. Die Larven sind ganz auf die Eltern angewiesen, da ihre Mundgliedmaßen ihnen das Kauen von Holz nicht erlauben. Die Larven kriechen in den Gängen hinter den Alten her, und die Tiere sollen sich durch Töne zusammenfinden, welche durch Zirporgane erzeugt werden, die sowohl den Erwachsenen als den Larven eigentümlich sind. Es sollen die Alten ihre Nachkommenschaft über die Verpuppungszeit hinaus behüten, ja bis diese nach der Erhärtung des Chitins imstande ist, sich selbständig zu ernähren. Ähnliche Brutpflege kommt nach dem gleichen Autor bei der ebenfalls südamerikanischen Tenebrionide Phrenapates bennetti vor, bei der je ein Pärchen in ganz analoger Weise in Gängen der Bombaxbäume seine Larven mit Holzspänen füttert.

Fälle von länger dauernder Sorge um die Nachkommen haben wir vor allem bei den Wirbeltieren zu erwähnen gehabt. Wir sahen, daß bei vielen Fischen die Männchen die ganze behende Schar der Jungfische beieinander halten, oft wie bei Amia calva sie noch nach dem Ausschlüpfen 4 Monate unter ihrer Obhut haben. (Vgl. S. 586.) Ja wir sahen, daß bei den Maulbrütern und ähnlichen Formen die Jungen sogar als ziemlich große Larven von den Alten in Maul und Kiemenhöhle aufgenommen werden, wenn Gefahr droht. Es erscheint

Digitized by Google

mir nicht ausgeſchloſſen, daß bei ſolchen Formen in ähnlicher Weiſe, wie wir es ſpäter bei den höheren Wirbeltieren zu beſprechen haben werden, eine Art von Erziehung der Jungen ſtattfindet, indem ſie gewöhnt werden, auf gewiſſe Änderungen im Zuſtand ihrer Umwelt wie auf Warnungsſignale zu reagieren.

Bei Amphibien und Reptilien ſind keine Beiſpiele einer ſolchen weitergehenden Fürſorge für die Nachkommenſchaft bekannt; nur von Krokodilen und Alligatoren wird angegeben, daß die Weibchen, welche ja zu den Neſtern vor dem Ausſchlüpfen der Jungen zurückkehren (vgl. S. 593), letztere, die beiſammen bleiben, noch eine Zeitlang zuſammenhalten und bewachen. Um ſo mehr Fälle kennen wir bei den Vögeln und Säugetieren. Wir wollen bei dieſen beiden Gruppen zunächſt die Einrichtungen und Methoden für die Ernährung der ausgeſchlüpften bzw. geborenen Jungen beſprechen.

Bei den Vögeln haben nur wenige Formen beſondere organiſche Anpaſſungen zum Zweck der Bruternährung. Immerhin kommen ſolche vor. So füttern die Tauben ihre Jungen mit einem eigenartigen Produkt ihres Kropfes, der ſogenannten Kropfmilch. Dieſelbe beſteht aus den zur Zeit, wenn die Jungen gerade aus den Eiern geſchlüpft ſind, ſtark proliferierenden und zerfallenden Epithelzellen der Kropfwand. Sie bilden einen rahmartig ausſehenden Brei, mit dem die alten Tauben ihre Jungen atzen.

Bei den übrigen Vögeln hängt die Art der Ernährung der Jungen durchaus von dem Zuſtand ab, in dem dieſe ihre Eier verlaſſen. Wir müſſen nämlich unter den Vögeln zwei Gruppen unterſcheiden, die ſich in dieſer Hinſicht vollkommen verſchieden verhalten. Wir bezeichnen die Jungen dieſer beiden Gruppen als Neſtflüchter und Neſthocker.

Neſtflüchter ſind die Jungen vor allem der niedrigerſtehenden Gruppen unter den Vögeln. Neſtflüchter ſind junge Vögel, welche beim Ausſchlüpfen aus dem Ei ſich ſchon ſelbſtändig bewegen können, ſehen, ſehr bald lernen Nahrung aufzupicken, aber noch nicht fliegen können. Sie ſind beim Verlaſſen der Eiſchale mit Daunenfedern bedeckt. Die einzigen Vögel, welche beim Ausſchlüpfen aus den Eiern ſchon fliegen können, ſind die Großfußhühner, von denen wir dies oben S. 609 erfahren haben. Sie haben im Ei ſchon eine Mauſerung durchgemacht und ſchon Konturfedern, wenn ſie auch noch nicht gewandte Flieger ſind. Wir dürfen wohl annehmen, daß die Vorfahren der Vögel ähnlich den Reptilien ſolche frühreife, flügge Junge beſeſſen haben; trotzdem erlaubt uns die geſamte Naturgeſchichte der Großfußhühner kaum, dieſelben als ganz primitive Formen anzuſehen.

Neſtflüchter im üblichen Sinn des Wortes ſind die Jungen von Straußen (Abb. 542), Emus, Kiwis, Hühnervögeln, Regenpfeifern, Rallen, Kiebitzen, Schnepfen, Möwen, Tauchern, Steißfüßen, Enten (Abb. 543), Schwänen, Gänſen, Pinguinen, Auſternfiſchern, Alken, Fregattvögeln, Flamingos, Turakos, Ziegenmelkern uſw. Dieſe lange, noch unvollſtändige Liſte zeigt uns, wie groß die Zahl von Vogelarten mit neſtflüchtenden Jungen ſein muß; ſie umfaßt tatſächlich die Mehrzahl größerer Gruppen von Vögeln. Neſtflüchter verlaſſen ſofort nach dem Ausſchlüpfen das Neſt, bleiben aber noch längere Zeit unter der Obhut und Pflege der Mutter oder der Eltern. Neſtflüchter kommen naturgemäß faſt niemals in Baumneſtern zur Welt; meiſt ſind es Bodenneſter, faſt immer die kunſtloſeſten Typen von Neſtern, in denen ſie ausgebrütet werden.

Die Neſthocker ſind hilflos, können ſich noch nicht oder ſehr unvollkommen bewegen, wenn ſie aus dem Ei kriechen, haben oft noch geſchloſſene Augen und ſind ganz auf die Fütterung und Pflege durch die Alten angewieſen. Sie brauchen das Neſt ſchon um der Wärme willen (vgl. Kap. 15), aber auch als Schutz in ihrer Hilfloſigkeit, da ſie ſonſt bei Bewegungen fallen und ſich verletzen würden. Nie haben ſie ſchon Konturfedern; ja wir müſſen

Digitized by Google

Abb. 542. Junge Strauße, Neſtflüchter, ſoeben der Eiſchale entſchlüpft. Zwiſchen ihnen Straußenei und Hühnerei zum Vergleich der relativen Größenverhältniſſe. Erzeugnis einer kalifornischen Straußenfarm.

unter ihnen wieder zwei Gruppen unterſcheiden, von denen die eine durch mit Dunenfedern bekleidete, die andere durch nackte Junge ausgezeichnet iſt.

Dunenneſthocker ſind die Jungen der meiſten Raubvögel, Adler, Falken, Weihen, Geier ebenſo wie Eulen; die ſehr hilfloſen Jungen der vorhin bei den Neſtflüchtern aufgeführten Pinguine bilden ſchon einen Übergang zu dieſer Gruppe. Ferner ſind hierher viele Stelzvögel zu rechnen, ſo Reiher und Rohrdommeln, Ibiſſe, Löffler und Störche, dazu Sturmvögel, Tropikvögel und ſchließlich die Tauben. Die Tauben und Reiher, deren Junge anfangs mit einem ganz zarten, haarähnlichen Dunenkleid verſehen ſind, leiten zur nächſten Gruppe über.

Nackte Neſthocker, ganz hilfloſe, vollkommen federloſe, oft blinde Junge kommen bei Kormoranen, Pelikanen, Spechten, Kuckucken, Nashornvögeln, Papageien, Eisvögeln, Bienenfreſſern, Blauraken, Bartvögeln, Kolibris, Seglern, Schwalben und vor allem den Sperlingsvögeln vor. Dieſe primitivſte Ausbildung der Neſtlinge iſt alſo den höchſtſtehenden Vögeln eigentümlich. Ihre Jungen erfordern nach dem Ausſchlüpfen aus dem Ei noch die weiteſtgehende Pflege von ſeiten der Eltern.

Neſtflüchter bewegen ſich meiſt bald ziemlich lebhaft um die Mutter herum und werden von derſelben durch Lockrufe beiſammengehalten. Die Neſtflüchter kommen mit einer Anzahl von fertigen Reflexen und Inſtinkten aus dem Ei, welche es ihnen ermöglichen, in ähnlicher Weiſe wie die gleich beim Verlaſſen der Puppe fertig entwickelten Inſekten ſich in ihrem Lebensraum zurecht zu finden und richtig zu benehmen. Noch im Ei hat die embryonale Atmung aufgehört, und die jungen Vögel atmen die Luft der Luftkammer. Das ermöglicht ihnen, noch innerhalb des Eies ihre Stimme zu entfalten, zu piepen. Um die gleiche Zeit beginnen ſie die Schale zu öffnen, was zum Teil durch Bewegungen des Körpers, vor allem unter Verwendung des auf der Schnabelkuppe gelegenen Eizahnes geſchieht. So öffnen junge Entchen ihr Gefängnis durch einen kreisförmigen Schnitt, den ſie in das breitere Ende des Eies ritzen. Meiſt zerbricht aber das

Abb. 543. Junge der Ente Dendrocygna viduata zwei Tage alt. Neſtflüchter. Nach Heinroth.

Digitized by Google

Ei beim Ausſchlüpfen in unregelmäßiger Form, wie auf der Photographie Abb. 545 an dem am weiteſten rechts liegenden Ei des Kiebitzgeleges zu ſehen iſt.

Abb. 544. Junge Nesthocker (Mönchsgrasmücke). Orig.-Photographie nach der Natur

Schon in dieſer frühen Zeit iſt bei den jungen Vögeln, insbeſondere den Neſtflüchtern, das Gehör ausgebildet. Es vermittelt auch ſchon inſtinktive Reaktionen. Lloyd Morgan hat beobachtet, daß junge Teichhühner in der geſprungenen Eiſchale auf ſein leiſes Pfeifen durch Piepen antworten. Ja Hudſon hat ſogar feſtgeſtellt, daß junge Vögel verſchiedener Gruppen im noch geſchloſſenen Ei, während ſie piepend an der Schale hämmerten, durch den Warnungsruf der Mutter veranlaßt wurden, ſich ſtill und ſchweigend zu verhalten, bis ein neuer veränderter Ruf der Mutter andeutete, daß die Gefahr vorüber ſei. Es ſoll aber das Junge des Kuhvogels (Molothrus), das wie das Kuckucksjunge bei fremden Eltern ausgebrütet wird (vgl. S. 678), gegen deren Warnungsruf ganz gleichgültig ſein. In dieſem frühen Stadium tritt uns alſo bei den Vögeln ſchon die Reaktionsfähigkeit auf Laute entgegen, welche — wie wir früher S. 439 ff. ſchon ſahen — eine ſo große Rolle in ihrem Leben ſpielt. Wenn die jungen Neſtflüchter aus der Eiſchale hervorkommen, ſo ſind ſie zwar ſchon mit einem vollkommenen Dunengefieder bedeckt; dieſes iſt aber noch naß und ſieht recht zerzauſt aus. Bei vielen Arten ſind die Tierchen noch ſehr hinfällig und in den Bewegungen unbehilflich, das dauert aber nur wenige Stunden, dann werden ſie ſchon lebhaft; deutlich ſind bei ihnen von vornherein Schreckreaktionen ausgebildet. Greift man nach ihnen, ſo ducken ſie ſich zuſammen und nehmen die typiſchen Bereitſchafts- und Schutzſtellungen ein. Die jungen Kiebitze, Regenpfeifer und Brachvögel ſehen, wie wir früher (S. 384) erwähnten, dem Untergrund, auf dem ſie geboren werden, außerordentlich ähnlich. Bei Gefahr ducken ſie ſich nieder, und zwar tun ſie das ſofort nach dem Ausſchlüpfen aus dem Ei. Wie oft habe ich dieſe zierlichen Tierchen im Dachauer Moos beobachtet, wenn ſie wie ein kleiner Moosballen, aber zart wie ein Puderquäſtchen, ſich mit vorgeſtrecktem Hals, den Schnabel auf den Boden gepreßt, niederduckten. Es iſt ein für ſie äußerſt wichtiger Inſtinkt, daß ſie auf jeden Schatten, der ſie trifft, auf jedes verdächtige Geräuſch hin, beſonders aber auf den Warnungsruf der Mutter dieſe Schutzſtellung annehmen. Nach Heinroth tauchen junge Wildgänſe auf den Warnungsruf der Eltern inſtinktiv unter Waſſer, ſteigen in geduckter Haltung am Rand des Gewäſſers aus und drücken ſich in irgendeinem verborgenen Winkel dicht auf den Boden.

Junge Vögel haben den inſtinktiven Trieb, ſich an warme, weiche Gegenſtände anzuſchmiegen. Natürlicherweiſe iſt dies zunächſt die Mutter, aber ebenſo ſchmiegen ſich die Tierchen gegenſeitig aneinander an. Sind ſie experimentell dazu gebracht worden, ſich an etwas

Digitized by Google

Abb. 545. Kiebitznest, ein kleiner Nestflüchter gerade ausgeschlüpft, ein Ei von innen angepickt, eines noch intakt. Zu beachten auch die Schutzfarbung von Eiern und Jungen. Orig. Photographie nach der Natur von Lutz Heck.

anderes anzuschmiegen und einem andern Geschöpf Vertrauen zu schenken, so erkennen sie schon ein paar Tage nach dem Ausschlüpfen die Mutter nicht mehr. Sie ziehen dann eventuell die Hand ihres Pflegers der Nähe ihrer Mutter vor. Junge Nestflüchter schließen sich nach Heinroth sehr leicht an den Menschen an, wenn sie aus dem Brutapparat genommen werden, z. B. junge Enten, Gänse usw. Sie folgen dann ihrem Pfleger mit größter Anhänglichkeit und lassen sich schwer dazu bringen, von ihm abzulassen und sich in die Pflege artzugehöriger Eltern zu begeben.

Normalerweise werden aber die jungen Nestflüchter von ihrer Mutter beisammengehalten und zu den verschiedenen Verrichtungen des Lebens angeleitet. Für viele derselben bringen sie schon fertige Instinkte mit. So für das Fressen. Bei den Nestflüchtern bringt die Mutter nicht das Futter zu den Jungen, sondern sie bringt die Jungen zum Futter. Ein Huhn führt z. B. seine Küken zu einer Stelle, wo es Körner aufzupicken gibt. Das Picken ist ein angeborener Instinkt, der mit großer Treffsicherheit, einer gewissen Abschätzung der Entfernung, vorzüglicher Koordination der Bewegungen ausgeführt wird. Frühzeitig erfolgen schon Probierbewegungen, oft angeregt durch die Pickbewegungen des alten Tiers, die auch künstlich vom Experimentator durch Bewegungen mit dem Finger ersetzt werden können. Die jungen Vögel picken nach allen möglichen Gegenständen, vor allem wenn diese sich bewegen. Sie picken nach Körnern, Steinchen, Brotkrumen, Papierschnitzeln, Knöpfen, Asche, Flecken auf Holzboden, den Augen ihrer Geschwister, ihren eigenen Zehen und lernen so ganz allmählich das Brauchbare und Unbrauchbare unterscheiden.

Auch die Ortsbewegung erfolgt mittels angeborener Fähigkeiten. Manche Nestflüchter (Regenpfeifer, Strandläufer) laufen sogleich davon, wenn sie aus der zerbrechenden Eischale von einem Beobachter herausgelassen werden. Auch die Schwimmvögel können gleich schwimmen, ohne es erst lernen zu müssen. Sie bewegen sich sogleich geschickt im Wasser, nur mit etwas weniger geregelten und abgemessenen Bewegungen als die alten und sinken verhältnismäßig tief ins Wasser ein, da ihr Dunengefieder sich rasch voll Wasser saugt, obwohl es bei Enten z. B. noch im Nest ziemlich viel Fett vom Gefieder der Mutter angenommen hat. Auch können sie von vornherein die geeigneten Fluchtbewegungen, ja sogar das Tauchen ausführen. Ob die jungen nestflüchtenden Wasservögel auch das Wasser instinktiv zu finden wissen, ist nicht sicher. Mir scheint es wahrscheinlicher, daß sie bei ihren Such-

Digitized by Google

bewegungen dasselbe gelegentlich finden. Auch ist bekannt, daß Enten und Säger ihre Jungen im Schnabel ins Wasser tragen. Heinroth hat beobachtet, daß junge Brautenten (Lampronessa sponsa (L.)) aus ihrem Baumhöhlennest vor dem ersten Besuch des Wassers, nachdem die Mutter vorangeflogen ist, oft viele Meter tief hinabspringen.

So sehen wir denn die jungen Nestflüchter mit einer großen Anzahl von fertigen Instinkten zur Welt kommen, die es ihnen ermöglichen, den Fährnissen der ersten Tage zu begegnen. Nur wenige von ihnen sind aber in der Lage, die Mithilfe der Mutter oder des Vaters zu entbehren. Während bei den meisten Nestflüchtern nur die Mutter die weitere Pflege der Jungen übernimmt, gibt es doch auch unter ihnen zahlreiche Formen, bei denen der Vater entweder mitbeteiligt ist oder sogar die Hauptsorge und Führung der ganzen Familie übernimmt. Wir finden dies bei Schwänen, Enten, Wildgänsen. Bei Wildgänsen kümmert sich der Gänserich vielfach kaum um die brütende Mutter, gesellt sich nur zu ihr, wenn sie vom Nest abfliegt, um erst beim Ausschlüpfen der Jungen das Nest aufzusuchen und die Leitung der Familie zu übernehmen. Bei Schwänen verteidigt das Männchen sehr heftig das Nest, in dessen Nähe es sich aufhält (Abb. 546). Das Wildgänsepaar teilt sich in die Pflege der Jungen, indem die Mutter die Fütterung und Reinigung, der Vater die Verteidigung übernimmt. Letztere ist sehr notwendig, denn eine weibliche Wildgans kann, wie die Erfahrung lehrt, ihre Jungen unter den Anfeindungen nicht nur von anderen Arten, sondern auch von anderen Gänsepaaren allein nicht aufziehen. Der Verteidigungstrieb ist besonders rege, solange die Gänslein noch sehr klein sind, ist aber noch nicht erloschen, wenn sie über $^3/_4$ Jahre alt und flügge sind. So sehen wir also bei den Nestflüchtern oft beide Alte bei den Jungen. Diese leiten sie, lehren sie durch ihren Warnungsruf Gefährliches und Harmloses, Gutes und Schlechtes unterscheiden, so daß die jungen Tiere sofort beginnen, Erfahrungen zu sammeln. Allmählich spielen die eigenen Erfahrungen eine immer größere Rolle, die Instinkte der ersten Tage treten zurück, die Warnungsrufe der Eltern werden weniger beachtet. Doch das geschieht erst in einem Stadium, welches wir gemeinsam mit dem entsprechenden der Nesthocker betrachten können.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß nicht alle jungen Nestflüchter sich schnell vollkommen vom Körper der Mutter emanzipieren. Selbst wenn sie ganz frei sich bewegen und ihre Nahrung selbständig erwerben können, flüchten sich die Jungen auf den Warnungsruf der Mutter z. B. bei Hühnervögeln unter deren Flügel. Die Schnepfen tragen ihre Jungen im Flug zwischen ihren Füßen und stützen sie mit dem langen Schnabel, wenn sie ein neues Gebiet aufsuchen. Haubentaucher und Schwäne (nach Heinroth Cygnus olor, atratus

Abb. 546. Schwarzhalsschwäne (Cygnus melanocoryphus). Weibchen auf dem Nest in Verteidigungsstellung, das Männchen erregt schreiend. Nach Heinroth.

und melanocoryphus) tragen ihre Jungen, wenn diese ermüdet sind oder frieren, beim Schwimmen oft auf dem Rücken, und von den ersteren ist es sogar bekannt, daß sie beim Tauchen ihre Jungen unter ihre Flügel nehmen.

Die Nesthocker bedürfen viel eingehenderer, sorgfältigerer Pflege als die Nestflüchter. Sie sind bei der Geburt viel unfähiger zur Bewegung und mit viel weniger komplizierten Instinkten ausgerüstet. Auch sind besonders die nackten Formen sehr viel mehr wärmebedürftig (vgl. Kap. 15). So kann es uns nicht verwundern, daß sie vielfach in besonders kunstvollen Nestern zur Welt kommen. Das Nest spielt in ihrem Jugendleben eine ganz andere Rolle als bei Nestflüchtern, die es sofort verlassen.

Sie sind so hilflos und bewegungsunfähig — man denke immer daran, daß so viele von ihnen in Baumnestern zur Welt kommen —, daß es unmöglich ist, sie zum Futter hinzuführen. Die Eltern bringen ihnen also das Futter, und zwar teilt bei der Mehrzahl der Nesthocker das Männchen sich mit dem Weibchen in diese Pflichten. In den ersten Tagen sind die jungen Tiere noch so wärmebedürftig, daß das Weibchen sie nicht verlassen kann. Das Männchen muß also zunächst, so z. B. bei unseren Singvögeln, das Futtersuchen für die Jungen und das Weibchen dazu übernehmen. Erst, wenn nach 4—5 Tagen die nackten Jungen mit Dunen bedeckt sind, wenn sie ihre Füße gebrauchen lernen und im Nest sich bewegen, verläßt sie die Mutter zunächst für kürzere, dann für längere Zeit, um sich am Futterholen zu beteiligen.

Die jungen Nesthocker haben oft in den ersten Tagen noch geschlossene Augen. Aber ihr Gehör ist wohlentwickelt, und sie reagieren in sehr charakteristischer Weise auf Signale. So sperren sie auf das Piepen der alten Vögel den Mund auf, um sich das Futter in den Schnabel stecken zu lassen. Dabei aber erkennen sie nicht die Eltern als solche, sondern es handelt sich um eine rein reflektorische Signalreaktion. Denn auf den leisen Pfiff eines menschlichen Beobachters wird der Schnabel in derselben Weise aufgesperrt.

Die jungen Nesthocker sind oft sehr gefräßig, und Vater und Mutter müssen unermüdlich sammeln, um sie zu sättigen. Kaum einen Moment können sie sich am Nest aufhalten, um rasch die Nahrung in einen der aufgesperrten Schnäbel zu stecken, so müssen sie sich schon wieder davon machen, um neue zu suchen. Da ist es denn von Bedeutung, daß besondere Anpassungen der Jungen ihnen helfen, bei dieser Gelegenheit Zeit zu ersparen. Viele junge Vögel zeigen eine sehr auffallende Färbung der Innenwand der Mundhöhle, bei anderen ist die Umgebung des Schnabels mit grell weiß oder gelb sich abhebenden Schwielen versehen, welche wie die Saftmale der Blumen zu dem immer hungrigen Schlund hinleiten. Solche Schnabelmale sind besonders bei Formen ausgebildet, die im Halbdunkel von Höhlennestern, kuppelförmigen Bauten usw. leben. Ja bei den Amandinen, australischen Finken, ist sogar das Schnabelmal zu einem Leuchtfleck geworden. Wie Chun nachgewiesen hat, haben die Jungen dieser Vögel im Schnabelmal eine Gewebeanordnung, welche einen Effekt, ähnlich demjenigen beim Leuchtmoos, zur Folge hat. Das geringe ins Nest eindringende Licht wird in der Weise reflektiert und konzentriert, daß das Schnabelmal zu leuchten scheint, ein guter Wegweiser für die futterbringenden Eltern.

Instinktiv beginnen die jungen Nesthocker sehr bald ihre Schwanzspitze über den Nestrand zu schieben, um ihre Exkremente hinausfallen zu lassen, so daß die Reinlichkeit im Nest gewahrt wird. Bei manchen Vögeln, so den Schwalben, nehmen die Alten die Exkremente mit der Schnabelspitze auf und tragen sie davon. Nur wenige Vögel, wie z. B. Wiedehopfe, Hohltauben und Eisvögel, lassen eine Verschmutzung des Nestes zu.

Das Futter, welches die jungen Vögel von den Alten gebracht bekommen, weicht oft

Digitized by Google

erheblich von deren eigener Nahrung ab. Selbſt bei ausgeſprochenen Pflanzenfreſſern iſt die Nahrung der Jungen tieriſchen Urſprungs; hiervon ſind nur wenige Ausnahmen zu verzeichnen. Die jungen afrikaniſchen Strauße ſuchen ſich ſofort ſelbſt Kräuter und Gräſer als Futter, aber die amerikaniſchen Strauße, die Emus und Kaſuare brauchen zuerſt Inſekten und Spinnen. Auch die jungen Enten beginnen gleich mit vorwiegend pflanzlicher Nahrung, die ihnen am beſten die „Entengrütze", die Lemna-Decke der Dorftümpel, Seen und Teiche, liefert. Schwarze und Höckerſchwäne rupfen für ihre Jungen eifrig Gras und tauchen ihnen Waſſerpflanzen vom Grunde der Gewäſſer herauf. Alle die früher erwähnten „Weichfreſſer" (S. 81), alle Früchtefreſſer und die meiſten Körnerfreſſer bringen ihren Jungen zunächſt Raupen, zarte Inſekten, Würmer, Schnecken. Erſt allmählich miſchen ſie pflanzliche Nahrung bei.

Abb. 547. Fütterung junger Adeliepinguine (Pygoscelis adeliae) durch ihre Mutter. Aus Gowans Nature books. Phot. von Dr. J. H. Harvey Pirie.

Viele Vögel präparieren die Nahrung für ihre Jungen, indem ſie ſie vorverdauen. Sie würgen halbverdaute Maſſen herauf, die ſie den Jungen in den Schnabel ſtecken. Das tun z. B. die Finken beim Übergang vom Inſektenfutter zum Körnerfutter. Papageien würgen die halbverdauten Körner, Nüſſe und Früchte, Schwalben und Spechte Inſekten wieder herauf, um ſie ihren Jungen zu geben. Fiſch- und Amphibienfreſſer, ſo Reiher und Störche, beginnen auch die Fütterung mit halbverdauter Nahrung, um allmählich immer mehr Stücke von zerriſſenen Fiſchen, Fröſchen und Reptilien beizumiſchen. Junge Kormorane holen ſich ihr Futter durch den Schlund direkt aus dem Magen der Mutter, Pelikane aus deren großer Schnabeltaſche (Abb. 548). Möwen würgen Futter vor ihren Jungen auf den Boden aus. Die Sturmvögeln füttern ihre Jungen, indem ſie ihnen eine ölige Maſſe in den Schnabel würgen, welche offenbar hauptſächlich aus dem Fett und halbverdauten Fleiſch der gefreſſenen Fiſche beſteht.

Abb. 548. Junger Pelikan aus der Schnabeltaſche der Mutter ſich Futter holend. Orig.-Photographie von Chapman

Im allgemeinen haben die Neſtflüchter größere

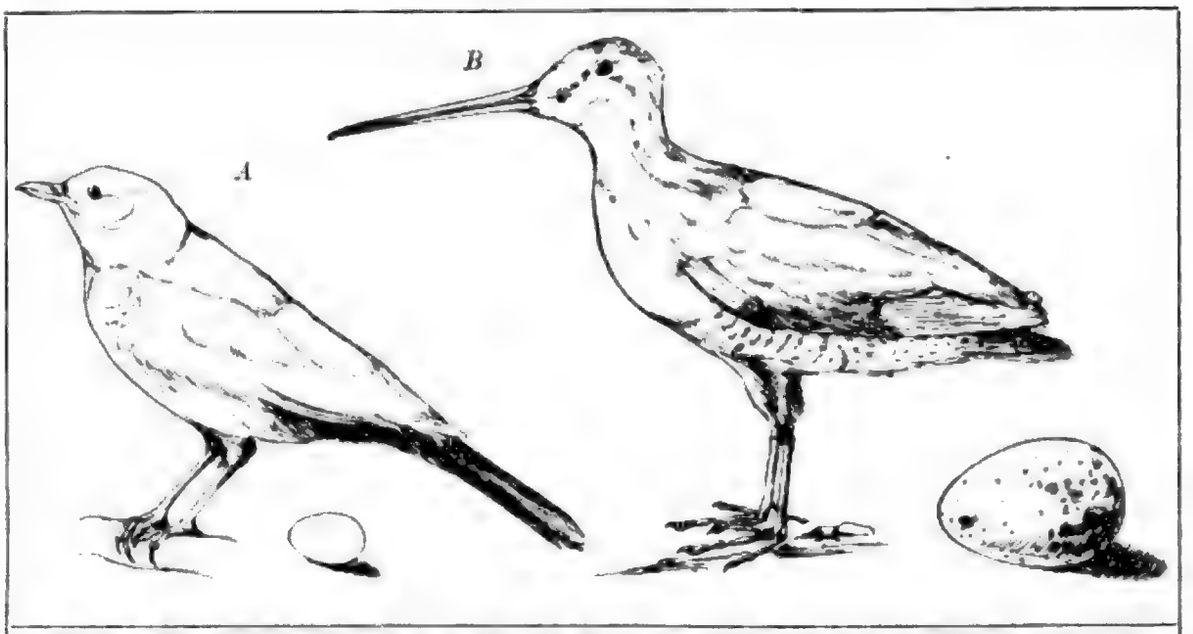


Abb. 549. Vergleich der Körper- und Eigröße bei zwei ungefähr gleichgroßen Vögeln. *A* Amsel (Turdus merula L.) Nesthocker. *B* Bekassine (Gallinago gallinaria L.) Nestflüchter. Orig. nach der Natur.

Eier und eine längere Brutzeit, die Nesthocker kleinere Eier und kürzere Brutzeit; um so länger dauert bei ihnen die Brutpflege der ausgeschlüpften Jungen. Die verhältnismäßig größten Eier sind diejenigen der Großfußhühner, deren Junge ja, wie wir gehört haben, in einem so selbständigen Zustand ihr Nest verlassen (vgl. S. 609 u. 645). Aber auch sonst finden wir die Unterschiede recht auffallend. Abb. 549 zeigt uns z. B. nebeneinander zwei annähernd gleich große Vögel, eine Amsel und eine Bekassine, von denen die eine Nesthocker, die zweite Nestflüchter ist. Daneben ist das Ei jedes der Vögel im entsprechenden Größenverhältnis abgebildet; der Unterschied ist sehr auffällig.

Bei den Säugetieren finden wir ganz analoge Verhältnisse; nur da bei ihnen die Größe und der Dotterreichtum der Eier durch die Ernährung von seiten des mütterlichen Körpers im Uterus ersetzt ist, finden wir bei ihnen analog der verschiedenen Brutdauer der Vögel verschieden lange Tragzeiten.

Am kürzesten tragen Beuteltiere, länger Insektenfresser, Raubtiere, manche Nagetiere, noch länger Affen und am längsten gewisse Huftiere. Ein Blick auf die Tabelle S. 653 zeigt, daß die Tragzeit auch eine deutliche Beziehung zur Größe der betreffenden Tierart zeigt. Während die Tragzeit bei einem Beuteltier nur 7—11 Tage dauert, beträgt sie bei einem Igel 4 Wochen, bei einem Fuchs, Wolf und Hund etwa 9 Wochen, bei einem Kamel 11—13 Monate, bei einer Giraffe 14½ und bei einem Elefanten gar 22 Monate. Bei einem großen Raubtier, also z. B. einem Tiger, dauert sie länger als beim Hund, sie erreicht 22 Wochen, ebenso bei Bären 6—7 Monate. Aber selbst bei kleinen Huftieren übertrifft sie z. B. beim Reh mit 9—10 Monaten, beim Schaf mit 5—6 Monaten die Tragzeit ebenso großer Raubtiere. Innerhalb der Klasse der Nagetiere können wir Unterschiede feststellen, welche mit dem Körpervolumen gar nichts zu tun haben. So hat das kleinere Meerschweinchen 62 Tage Tragdauer, das größere Kaninchen dagegen nur 30 Tage. Hier liegen also andere Zusammenhänge vor, und zwar ist die Ursache der verschieden langen Tragdauer der verschiedene Reifezustand, in welchem die jungen Tiere geboren werden.

Digitized by Google

Tabelle der Tragdauer verschiedener Säugetierarten.

Beuteltiere:	
Dasyurus viverrinus	11 Tage
Riesenkänguruh	39 „ (ob inkl. Beutelzeit?)
Insektenfresser:	
Igel	1 Monat
Nagetiere:	
Hausratte u. Wanderratte	ca. 3 Wochen
Kaninchen	30 Tage
Meerschweinchen	62 „
Raubtiere:	
Bär, brauner	6—7 Monate
Eisbär	6—7 „
Haushund	59—63 Tage
Wolf	63—64 „
Schakal	9 Wochen
Fuchs	9 „
Hauskatze	9 „
Löwe	15—16 Wochen
Tiger	22 Wochen
Puma	15 „
Iltis	40 Tage
Wale:	
Bartenwale	1—$^{3}/_{4}$ Jahr
weißseitiger Delphin	ca. 10 Monate
Huftiere:	
Elefant	22 Monate
Giraffe	$14^{1}/_{4}$—$14^{1}/_{2}$ Monate
Dromedar	11—13 Monate
Trampeltier	13 „
Huanaco u. Lama	10—11 „
Edelhirsch	ca. 10 „
Reh	9—10 „
Elch	9—10 „
Ren	7—8 „
Damhirsch	8 „
Steinbock	5 „
Ibex hispanicus	5—6 „
Capra tragelaphus	5—6 „
Hausschaf	5—$5^{1}/_{2}$ „
Ovis musimon	5 „
Moschus-Ochse	9 „
Yak	9 „
Wisent	9 „
Bos arni	10 „
Antilope cervicapra	9 „
A. gutturosa	6—7 „
Gazella dorcas	5—6 „
Gemsen	6—7 „
Antilocapra	ca. 8 „
Dujong	1 Jahr
Affen:	
Macacus nemestrinus	6—7 Monate
Makaken überhaupt	ca. 7 „
Cercopithecus cynosurus	7 „

Ehe wir die verschiedenen Ausbildungszustände kennen lernen, in denen die jungen Säugetiere zur Welt kommen, müssen wir erwähnen, daß sie alle als Säuglinge geboren werden, angewiesen auf eine ganz spezielle vom mütterlichen Körper für sie erzeugte Nahrung.

Alle jungen Säugetiere müssen nach der Geburt noch von der Mutter gesäugt werden, welche für diesen Zweck mit Milchdrüsen ausgestattet ist. Diese letzteren entstehen aus entsprechenden Anlagen wie die Schweißdrüsen der Haut; auch die Art ihrer Sekretion entspricht den Schweißdrüsen. Sie sind also mit diesen in genetische Beziehungen zu setzen, trotz der von diesen abweichenden Form, und sie haben mit Talgdrüsen nichts zu tun. In einem von Blutgefäßen reichlich versorgten Gebiet der Bauchhaut finden sich diese Drüsen, die auch im männlichen Geschlecht angelegt werden, beim Weibchen in stärkerer Entwicklung. Sie bilden vielfach ganze Polster. Bei den Kloakentieren münden sie in zwei kaum über ihre Umgebung erhabenen Drüsenfeldern aus, bei Beuteltieren und Plazentaliern ist die Bauchhaut ihrer Umgebung zu zapfenförmigen Fortsätzen, den sog. Zitzen, ausgezogen. Die niedersten Beuteltiere haben eine größere Anzahl solcher Zitzen in verschiedener Anordnung am Abdomen und entbehren noch eines Beutels. Trotzdem werden z. B. bei Marmosa-Arten die Jungen fest an den Zitzen hängend von der Mutter herumgetragen. Eine bedeutende Vervollkommnung dieser Brutpflegeeinrichtung ist bei der großen Mehrzahl der Beuteltiere durch die Entwicklung des Beutels oder Marsupiums gegeben. Es ist dies eine von besonderen Knochen, den Beutelknochen, gestützte Faltenbildung der Bauchhaut, welche meist, vor allem bei kletternden oder sich auf den Hinterextremitäten aufrichtenden Formen (Kängu-

Digitized by Google

Abb. 550 Brutbeutel von Didelphys sp. ein junger Embryo an einer der vier Zitzen hängend. Nat. Größe. Orig.-Photographie nach dem Präparat im Senckenbergischen Museum in Frankfurt a. M.

ruhs) nach vorn, in einigen Fällen auch nach hinten geöffnet ist, z. B. bei Thylacinus cynocephalus, dem Beutelwolf und einigen anderen wagrecht laufenden Arten. Bei beutelbesitzenden Formen sind die Milchdrüsen und Zitzen nur auf die hintere Bauchregion, soweit der Beutel reicht, beschränkt, während sie bei den beutellosen Formen sich über den ganzen Bauch erstrecken.

Während die niederen Beuteltiere aus der Familie der Didelphyiden zahlreiche Zitzen besitzen, so Marmosa grisea 19, Peramys henseli 17—25, Didelphys marsupialis 5—13, von denen beide erstgenannten keinen, die dritte einen wohlentwickelten Beutel besitzt, sind bei den australischen polyprotodonten Beutlern, so bei Phascologale 4—10, bei Dasyurus 8, Thylacinus 4, bei den Diprotodonten gar nur 2—4 Zitzen vorhanden (Phascolarctiden 2, Macropodiden 4). Bei den letzteren Formen pflegt auch die Zahl der Zitzen konstant zu sein, während sie bei jenen schwankend ist. Mit der Reduktion der Zitzenzahl geht eine Reduktion der Zahl der Nachkommen Hand in Hand.

Wie in allen anderen Tiergruppen so sehen wir auch bei den Säugetieren mit der Vervollkommnung der Brutpflege stets eine Beschränkung in der Zahl der Nachkommen verknüpft. Die mit vielen Zitzen versehenen Verwandten der Beutelratte (Didelphyidae) bringen eine größere Anzahl von Jungen zur Welt. Bei den höchstentwickelten Beuteltieren, z. B. den Känguruhs, sind es ihrer nur 1—2.

Die jungen Beuteltiere sind, wenn sie geboren werden, noch ganz embryonal, bewegungsunfähig, nackt und unentwickelt. Ihre normale Weiterentwicklung ist vollkommen von der Mitwirkung der Mutter abhängig.

Der Beutel stellt bei den Beuteltieren eine oft recht tiefe Einfaltung der Bauchhaut dar, in der vielfach eine ganze Anzahl von Jungen aufgenommen werden kann, und in welcher sie, auch wenn sie ziemlich herangewachsen sind, noch Platz genug finden. An der Bauchwand des Beutels befindet sich eine Anzahl von Zitzen, d. h. zapfenförmigen Fortsätzen der Bauchhaut, welche mit den Milchdrüsen in Verbindung stehen, indem die Ausführgänge mehrerer derselben sich in ihnen vereinigen. Mit der Tatsache, daß die jungen Beuteltiere in einem noch sehr embryonalen Zustand geboren werden, stehen verschiedene wichtige Tatsachen in engem Zusammenhang. Die Jungen können sich nicht selbständig in den Beutel begeben, sondern werden von der Mutter mit den Lippen oder der Zunge erfaßt und in

Abb. 551 Brutbeutel von Didelphys sp. mit neun Beutelsäuglingen. Verkl. ?/1. Orig.-Photographie nach dem Präparat im Senckenbergischen Museum in Frankfurt a. M.

Digitized by Google

den Beutel gebracht. Hier wird jedes Junge an eine Zitze gepreßt. Es können also nicht mehr Junge aufgezogen werden, als Zitzen vorhanden sind. Wenn also mehr Embryonen geboren werden, so muß eine Anzahl von ihnen zugrunde gehen. Das ist z. B. nach den Untersuchungen von Hill und seinen Mitarbeitern bei Dasyurus der Fall. Bei dieser Art entwickeln sich oft bis zu 20 Embryonen, aber nur acht Beutelsäuglinge bleiben von ihnen übrig, da nur acht Zitzen vorhanden sind. Die Jungen sind bei der Geburt nicht imstande, selbständig zu saugen. Ist die Zitze von ihrer Mundöffnung umfaßt, so wächst die Mundspalte röhrenförmig von den Seiten her zu. Die Jungen sitzen dann so fest an der Zitze, als wären sie festgewachsen (Abb. 550). So können sie selbst bei den beutellosen Formen von der Mutter mit herumgeschleppt werden. Wie Semon berichtet, wollen die australischen Ansiedler vielfach gar nicht daran glauben, daß die Beuteltierjungen auf andere Weise geboren und dann in den Beutel gebracht seien. Sie glauben vielmehr, sie seien aus der Bauchwand der Mutter sozusagen hervorgeknospt. Die Ernährung der Jungen geht nun in der Weise vor sich, daß durch die in der Umgebung der Milchdrüsen vorhandenen Muskeln die Milch in den Mund der Embryonen von der Mutter hineingepreßt wird.

Der Beutel besitzt am Umkreis seiner Öffnung einen kreisförmigen Schließmuskel (Sphincter marsupii), der es dem Weibchen ermöglicht den Eingang weit zu öffnen oder bis auf einen engen Zugang zu verschließen. Nach einiger Zeit der Beutelpflege bekommt das junge Beuteltier Haare (vgl. Abb. 553 S. 660), die Verbindung mit der Zitze wird eine weniger innige; das junge Tier kann die Zitze loslassen und wieder erfassen. Um diese Zeit beginnt es oft seinen Kopf aus der Öffnung des Beutels hervorzustrecken (Abb. 552). Nach einiger Zeit beginnt es, bei den Känguruhs, wenn die Mutter weit vorgeneigt am Boden weidet, gelegentlich Gras mitzufressen. Aber noch ziemlich lange, selbst nachdem es den Beutel verlassen hat und neben der Mutter herspringt, kehrt es zum Saugen in den Beutel zurück, oder wenn es dazu zu groß geworden ist, steckt es den Kopf in den Beutel, um die Zitze zu ergreifen. Solange es noch kann, springt es bei jeder vorhandenen Gefahr in den Beutel hinein. Übrigens ist es bekannt und auch Semon berichtet, daß Känguruhs, wenn sie in Not sind, z. B. wenn sie mit Pferden gehetzt werden, ihre Jungen im Stich lassen.

Auch bei den höheren Säugetieren sind Milchdrüsen stets ausgebildet. Sie entwickeln sich aus zwei längs der Bauchhaut zu beiden Seiten der Mittellinie symmetrisch hinziehenden Gewebeleisten, den sog. Milchlinien. Da diese sich vom Hals bis zu den Weichen hinziehen, können Milchdrüsen und Zitzen in allen Teilen der Bauchseite eines Säugetiers auftreten. Oft ziehen sie in zwei langen parallelen Reihen tatsächlich längs des ganzen Körpers sich hin und sind in größerer Anzahl vorhanden, so bei Ratten und Mäusen. Meist sind sie in Gruppen auf einzelnen Regionen des Körpers lokalisiert.

Während sie bei den Beuteltieren in zwei Reihen oder in einem Halbkreis am Abdomen, meist bedeckt vom Beutel angeordnet zu sein pflegen, ziehen sie sich bei Raubtieren in zwei schwach gegen die Leistengegend konvergierenden Reihen an Brust und Bauch hin. Bei Huftieren sitzen sie am hinteren Teil des Bauches, bei Walen ebenso, zu beiden Seiten der weiblichen Geschlechtsöffnung. Bei Nagetieren kommt öfter eine größere Zahl von Zitzen vor, die wie bei den Mäusen in zwei Gruppen angeordnet sein können, eine in der Brust- und eine in der Leistengegend. Bei den Fledermäusen, deren Zitzen in der Brustregion, meist hinter die Achselgrube gelagert, zu sitzen pflegen, gibt es einige Formen, welche auch noch Zitzen in der Schamgegend aufweisen. Nur an der Brust befinden sich die Zitzen bei Zahnarmen (Faultier, Schuppentier), Elefanten, Sirenen, Halbaffen und Affen nebst dem

Digitized by Google

Abb. 552. Rieſenkängurub (Macropus giganteus L.). Vorn Muttertier mit herangewachſenem Beutelſäugling im Beutel; im Hintergrund flüchtiges Exemplar.

Menſchen. In vielen Fällen läßt ſich ein charakteriſtiſcher Zuſammenhang zwiſchen der Lage der Zitzen und der Biologie der betreffenden Tierarten erkennen. Während ſie bei den auf der Weide mit geſenktem Kopf gehenden Huftieren meiſt am Hinterleib angebracht ſind, ſo daß die Mütter während des Freſſens ruhig ihre Jungen ſäugen können, liegen ſie bei Schweinen, vielen Nagern, Raubtieren, welche ihre Jungen in einem Lager ernähren, an der ganzen Bauchſeite entlang. Bei aufrecht kletternden Affen und den aufrecht fliegenden Fledermäuſen, die bei der Bewegung ihre Jungen mit ſich tragen, haben ſie ihren Sitz in der Bruſtregion. Bei Nagern kann die Lage ſehr wechſeln; ſo finden wir ſie bei Capromys am Oberſchenkel, bei Erethizon oberhalb der Achſelhöhle, dagegen bei den Oktodontinen und bei dem ſüdamerikaniſchen Koypu (Myopotamus coypu) an der Seite des Rumpfes, weit nach oben verſchoben. Der Koypu iſt ein Waſſertier, er ſäugt ſeine Jungen, die ihn ſtets begleiten, im Waſſer; die Lage der Zitzen ermöglicht es den Jungen, an der Mutter hängend mit zu ſchwimmen und während des Schwimmens, die Naſe über dem Waſſer, zu ſaugen. Bei den Walen iſt das gleiche Problem auf eine andere Weiſe gelöſt.

Digitized by Google

Bei ihnen hängt sich das Junge an die Zitze der Mutter, die ventral gelegen ist, je eine zu beiden Seiten der Geschlechtsöffnung, und zwar jeweils in eine tiefe Tasche versenkt. Die Ränder dieser Tasche, welche durch einen engen Schlitz nach außen mündet, legen sich fest an die Lippen des Jungen, welche eigenartig umgebildet sind, so daß die Mundhöhle ein enges, um die Zitze sich legendes Rohr bildet. Die Zitze selbst ist von einem Strichkanal durchzogen, der in einen großen Hohlraum führt, die Zisterne, in welche von allen Seiten die Milchdrüsen einmünden. Um die Zisterne herum liegt eine starke Muskulatur, deren Kontraktion dem Jungen die Milch willkürlich, ohne daß sie sich mit Wasser vermischen kann, ins Maul spritzt. Das Junge kann also unter Wasser gesäugt werden, auch ohne Gefahr, sich zu verschlucken, da auch bei ihm schon der verlängerte Kehlkopf bis in die Nasenhöhle reicht, so daß an seinen beiden Seiten vorbei die Nahrung die Speiseröhre hinabgleiten kann. So finden wir also mutatis mutandis hier eine ähnliche Einrichtung wie bei den Beuteltieren.

Auch die Zahl der Zitzen zeigt bei den plazentalen Säugetieren ein ähnlich gesetzmäßiges Verhalten wie bei den Beuteltieren. Sie steht immer in einem Verhältnis zur Zahl der geborenen Jungen. Aber da die Jungen bei den höheren Säugetieren nicht fest an der Zitze hängen, können sie beim Saugen abwechseln, und es kann daher die Zahl der Jungen ohne Gefahr um ein geringes die Zahl der Zitzen übertreffen. Im allgemeinen finden wir aber fast stets die Zahl der Jungen eher geringer als die Zahl der Zitzen. Denn auch bei den höheren Säugetieren hat offenbar mit der Ausbildung der komplizierteren Brutpflege eine Beschränkung der Nachkommenschaft stattgefunden. Fast stets werden embryonal mehr Zitzen angelegt, als später fertig entwickelte zur Funktion gelangen. Solche embryonal angelegte, normalerweise später sich zurückbildende Zitzen, wie sie auch stets im männlichen Geschlecht während der Embryonalentwicklung nachweisbar sind, können gelegentlich bei einzelnen Individuen zur Entwicklung gelangen und führen dann zur Bildung *überzähliger* oder *akzessorischer* Zitzen und Brüste, wie sie bei Schafen, Rindern und beim Menschen öfter gefunden werden.

In der Regel finden sich bei den Säugetieren nur sieben bis acht oder bis herunter zu einem Paar Zitzen. Die einzige Zitze beim Pferd ist aus zwei Anlagen durch nachträgliche Vereinigung entstanden. Die höchste Zitzenzahl finden wir bei Nagern und Insektivoren. So hat Centetes 22 Zitzen. Unter den Insektivoren haben allerdings Igel, Maulwurf und Spitzmäuse nur wenige Nachkommen in einem Wurf, Igel z. B. vier bis fünf. Nagetiere bringen die meisten Jungen zur Welt, bei Mäusen sieben bis acht, bei anderen oft ein Dutzend und mehr; ihnen schließen sich von den Huftieren die Schweine an, die 12 bis 14 und mehr Junge gebären können und auch entsprechend viele Zitzen haben. Die übrigen Huftiere, Schafe, Ziegen und Rinder bringen meist eins bis drei, die Pferde fast immer nur ein Junges zur Welt, ebenso Elefanten und Nashörner Bei den Raubtieren werden in der Regel größere Würfe von Jungen auf einmal geboren, drei bis neun bei Wölfen, fünf bis sieben bei Hunden und kleineren Katzen sowie Mardern, Wieseln usw., während bei großen Katzen, also besonders Löwen und Tigern, wieder eine Beschränkung auf eins bis drei Junge sich konstatieren läßt. Unter den Seesäugetieren haben die Pelzrobben, wie wir früher schon hörten (S. 476), fast immer nur ein Junges, sehr selten Zwillinge. Das gleiche gilt auch für die Wale. Da jedoch in der Umgebung der zwei zur Entwicklung gelangenden Zitzen der Walmütter noch sechs weitere embryonal angelegt aber rückgebildet werden, dürfen wir wohl annehmen, daß die Vorfahren unserer Wale mehr Junge produzierten. Fledermäuse, Halbaffen und Affen sind in derselben Lage. Die Halb-

Digitized by Google

affen haben zwei oder vier Zitzen in der Bruſtregion. Sie bringen aber in der Regel nicht mehr als zwei Junge zur Welt. So finden wir denn bei ihnen ſelbſt bei vierzitzigen Arten nur die zwei vorderen derſelben funktionierend. Die Affen bringen ebenſo ſelten wie der Menſch Drillinge oder gar Vierlinge zur Welt, auch Zwillinge ſind nicht die Regel. Für das eine Junge ſtehen alſo zum Saugen die beiden Brüſte zur Verfügung. Das gleiche iſt bei der Mehrzahl der Fledermäuſe der Fall. Immerhin iſt es bemerkenswert, daß bei gewiſſen Fledermäuſen, welche vier funktionierende Zitzen beſitzen, ſo bei Lasiurus und Dasypterus, drei bis vier Junge nachgewieſen worden ſind.

Sehr merkwürdig iſt die Entſtehung der größeren Zahl von Jungen bei einigen amerikaniſchen Gürteltieren. Bei ihnen entſtehen mehrere Junge aus einem einzigen befruchteten Ei. Während man früher nach den Erfahrungen an der nordamerikaniſchen Tatusia annahm, daß das Ei auf dem Vierzellenſtadium ſich in die vier, nun ſelbſtändig ſich weiter entwickelnden Blaſtomeren zerlege, zeigen neuere Erfahrungen, daß die ſieben bis neun Jungen ſüdamerikaniſcher Formen einem Knoſpungsvorgang der Frucht ihren Urſprung verdanken.

Die Zitzen der Säugetiere können nach zwei Typen ausgebildet ſein. Entweder iſt das ganze Drüſenfeld in Form einer Papille über die umgebende Haut emporgehoben, ſo daß die Drüſenmündungen ſich nebeneinander auf der Höhe des entſtandenen kegelförmigen Gebildes befinden, oder das Drüſenfeld iſt in eine Röhre verſenkt, welche dadurch entſtanden iſt, daß die das Drüſenfeld umgebende Haut ſich zu einem kegelförmigen Wall erhoben hat, während die Drüſenmündungen in der Tiefe verblieben. Im erſteren Falle ſpricht man von einer wahren Zitze, im zweiten Fall von einer Pſeudozitze. Die von den Milchdrüſen produzierte Milch gelangt bei den wahren Zitzen direkt an die Oberfläche, bei den Pſeudozitzen dagegen in einen von der Hautoberfläche begrenzten Kanal, den ſog. Strichkanal. Wahre Zitzen finden ſich bei Beuteltieren, Halbaffen, Affen und beim Menſchen, Pſeudozitzen dagegen bei Raubtieren und vielen Huftieren, ſo bei Schweinen, Pferden und Wiederkäuern.

Die Milch iſt ein Sekretionsprodukt der Milchdrüſen. In den letzteren findet kein Abſterben von Gewebe ſtatt, wie es z. B. in den Talgdrüſen zur Bildung des Sekrets vorkommt. Die Milch der verſchiedenſten Säugetiere enthält ſtets Eiweißverbindungen, Fett, Zucker, meiſt in der Form von Milchzucker, und ſchließlich Salze, unter denen Kalk und Chloride, Phosphorſäure und Alkalien eine beſondere Rolle ſpielen. Die Zuſammenſetzung der Milch weiſt bei den verſchiedenen Arten eine deutliche Beziehung zur Biologie der Nachkommen auf. Je mehr für den Aufbauſtoffwechſel notwendige Beſtandteile die Milch enthält, um ſo raſcher kann das junge Tier wachſen. So ſehen wir in der beiſtehenden Tabelle A die Milch des Kaninchens, welches in ſechs Tagen ſein Körpergewicht verdoppelt, ſehr viel mehr Eiweißkörper und Salze enthalten, als ſich in der Milch des Menſchen finden, der ſein Körpergewicht erſt in 180 Tagen verdoppelt. Bei Tieren, deren Junge ſtark der Abkühlung ausgeſetzt ſind, iſt die Milch ſehr fettreich. So ſehen wir bei dem Rentier, deſſen Junge im kalten nordiſchen Klima aufgezogen werden müſſen, die Milch 6 mal ſo viel Fett enthalten als beim Menſchen, 15 mal ſo viel als bei Pferd und Eſel; beim Delphin gar iſt in der Milch 13 mal ſo viel Fett enthalten als in der Menſchenmilch und 36 mal ſo viel als in der Pferdemilch.

Unmittelbar nach der Geburt, meiſt ſchon vor ihr und einige Tage nach ihr wird aus der Milchdrüſe der Säugetierweibchen eine Flüſſigkeit ausgeſchieden, welche ſich in ihrer Zuſammenſetzung von der gewöhnlichen Milch unterſcheidet. Sie beſteht aus einer ſehr

Digitized by Google

Tabelle A.

Zeit der Verdoppelung des Gewichtes neugeborener Tiere in Tagen nach (Bunge)		In 100 Gewichtsteilen Milch sind enthalten			
		Eiweiß	Asche	Kalk	Phosphorsäure
Mensch	180	1,6	0,2	0,033	0,047
Pferd	60	2,0	0,4	0,124	0,131
Rind	47	3,5	0,7	0,160	0,197
Ziege	22	3,7	0,8	0,197	0,284
Schaf	15	4,9	0,8	0,245	0,293
Schwein	14	5,2	0,8	0,249	0,308
Hund	9	7,4	1,3	0,455	0,508
Kaninchen	6	10,4	2,5	0,891	0,997

Tabelle B.

Zusammensetzung der Milch bei einigen Säugetieren.

Art	in %			
	Eiweißsubstanzen	Fett	Milchzucker	Aschebestandteile
Kaninchen	10,4	16,7	2,0	2,5
Hund	7,3	11,9	3,2	1,3
Katze	7,0	4,8	4,8	1,0
Schwein	5,1	7,7	3,3	0,8
Pferd und Esel	2,0	1,2	5,7	0,4
Schaf	4,9	9,3	5,0	0,8
Rind	3,7	4,3	3,6	0,8
Ziege	3,5	3,7	4,9	0,7
Rentier	10,4	17,2	2,8	1,5
Kamel	4,0	3,1	5,6	0,8
Lama	3,9	3,1	5,6	0,8
Delphin (Globiocephalus melas)	7,6	43,8	—	0,5
Mensch	1,6	3,4	6,1	0,2

eiweißreichen Flüssigkeit, welche viele kernhaltige, mit Fetttröpfchen beladene Zellen enthält. Diese Kolostrum genannte Flüssigkeit ist eine Übergangsnahrung der Neugeborenen, welche zwischen der Embryonalernährung durch die Plazenta und der späteren Milchnahrung vermittelt.

Die Milch der Monotremen, wenigstens des Ameisenigels (Echidna hystrix) erwies sich nach den Untersuchungen von Neumeister als eine sehr eiweißreiche Masse, welche offenbar im Magen der Beuteljungen zu einem festen Pfropfen gerinnt. Sie ist jedenfalls anders zusammengesetzt als die Milch der höheren Säugetiere, denn sie enthält keine Phosphorsäure und wahrscheinlich auch keinen Milchzucker.

Die Jungen der Beuteltiere, bei denen der Aufenthalt in der Gebärmutter ein ganz kurzer ist, kommen im primitivsten Zustande zur Welt. Wegen der eigentümlichen Form der Pflege, die sie im Beutel der Mutter erfahren, unterscheiden wir sie von den Jungen der übrigen Säugetiere als Beutelsäuglinge (Abb. 553). An sie schließen sich die Jungen einer ganzen Reihe von Säugetieren an, deren Tragzeiten ebenfalls nicht sehr beträchtlich sind.

Digitized by Google

By the Grace of God. Engraved by Thomas Bewick. Published by Bewick & Hodgson, Newcastle, 1 January 1818. Wood engraving, 6 × 8 cm. Bewick's Memorandum Book, 1818, p. 1. Bewick's Memorandum Book, 1818, p. 1. Bewick's Memorandum Book, 1818, p. 1

Junges am Land zur Welt, wo es wochenlang gänzlich von der Mutter abhängt. Lagerſäuglinge kommen ſchließlich bei einer kleinen Anzahl von Huftieren vor. Es ſind dies Schweine, Wildſchweine und Pekaris. Bei den Wildſchweinen z. B. werden die Jungen im Lager geboren, und ſie bleiben dort 14 Tage lang in der Pflege der Mutter.

Als Bruſtſäuglinge können wir eine dritte Gruppe bezeichnen, welche zwiſchen den Lagerſäuglingen und der nachher zu beſprechenden letzten Gruppe eine vermittelnde Stellung einnimmt. Es ſind das junge Tiere, welche zwar noch in hohem Grade von der Mutter abhängig ſind, auch vielfach in einem ziemlich primitiven Zuſtand geboren werden, aber doch in mancher Beziehung die Lagerſäuglinge in der Entwicklung des Körpers und der Inſtinkte übertreffen. Solche Bruſtſäuglinge kommen in der Regel mit offenen Augen und einem vollſtändigen Haarkleid zur Welt. Sie kommen meiſtens bei Formen vor, deren Weibchen nicht in einem Lager gebären oder doch in einem ſolchen ſich nicht länger aufhalten, ſondern vielmehr ſehr bald ein bewegliches Leben aufnehmen. Bruſtſäuglinge finden ſich in typiſcher Weiſe bei den Fledermäuſen, bei Halbaffen, bei Affen und beim Menſchen. Sie ſind alle durch eigenartige Anklammerungsinſtinkte ausgezeichnet. Die jungen Fledermäuſe kommen ſchon mit einem ausgebildeten Milchgebiß zur Welt, deſſen hakenförmige Schneidezähne ihnen dazu dienen, um ſich im Fell der Mutter zu verankern. Die Halbaffen und manche Affen verwenden zu dieſem Zweck Extremitäten und Schwanz. Bei den Affen iſt ein ausgeſprochener Klammerreflex vorhanden, der die Jungen geradezu zwingt, ſich ſofort mit den Fingern an dem Fell der Mutter feſtzuhalten. Einen Reſt dieſer Eigentümlichkeit können wir noch beim Säugling des Menſchen in dem Umklammerungsreflex wahrnehmen, mit dem dieſer jeglichen Gegenſtand, z. B. einen dargebotenen Finger, krampfhaft umfaßt. Da die Fledermäuſe beim Fliegen, die Affen beim Klettern ihre Jungen ſtets mit ſich tragen, ſo iſt die Bedeutung ſolcher Reflexe ohne weiteres einleuchtend. Ähnliches finden wir übrigens auch bei einer Reihe von anderen baumbewohnenden Tieren. Schon bei den Baumbeutlern klettern die Jungen, nachdem ſie den Beutel verlaſſen haben, auf den Rücken der Mutter und halten ſich dort in geſchickter Weiſe feſt. Das iſt z. B. der Fall bei den Kuſus (Phalanger) und bei dem Koala (Phascolarctus). Auch die amerikaniſchen Beutelratten tragen oft eine ganze Schar ihrer langſchwänzigen Jungen in ſpäteren Entwicklungsſtadien auf ihrem Rücken, indem dieſe mit einer ſchuppenbedeckten Stelle am Ende ihres Ringelſchwanzes den Schwanz der Mutter umfaſſen. Unter den Zahnarmen findet man die Jungen der baumbewohnenden Faultiere in ähnlicher Weiſe wie bei den Affen am Fell der Mutter angeklammert, und der Ameiſenbär trägt monatelang ſein Junges auf dem Rücken mit ſich herum. Dasſelbe kann man bei den Klippſchliefern (Hyrax) und bei den Waſchbären beobachten. Der Koypu, den wir oben ſchon wegen der eigentümlichen Lage ſeiner Zitzen erwähnt haben, wird oft im Waſſer ſchwimmend angetroffen, während eine Anzahl ſeiner zahlreichen Jungen auf dem Rücken ſitzt und die anderen neben ihm herſchwimmen. Beide Gruppen können an den Zitzen der Mutter während des Schwimmens Milch ſaugen.

Die letzte Gruppe der Säugetiere bringt ihre Jungen in einem Zuſtand zur Welt, welche deren Bezeichnung als Laufſäuglinge gerechtfertigt erſcheinen läßt. Solche kommen bei einigen Nagetieren und ſonſt hauptſächlich bei Huftieren vor. Laufſäuglinge ſind dadurch ausgezeichnet, daß ſie mit fertig entwickeltem Körperbau, vollkommener Behaarung, offenen Augen, funktionierenden Sinnen und ausgeſprochener Beweglichkeit zur Welt kommen. Mindeſtens einige Stunden, oft aber auch ſchon wenige Minuten, nachdem ſie geboren ſind, können ſie ſich in Bewegung ſetzen. Sie werden von der Mutter abgeleckt, ſonſt erfahren ſie zunächſt keine weitere Pflege. Sie müſſen ſich ſelbſt die Milch an den Zitzen

Digitized by Google

Fig. 1. Ornithorhynchus anatinus. Male. Natural size. Drawn from a specimen in the Australian Museum, Sydney. Photograph by Mr. Harold Hall.

Fig. 2. Ornithorhynchus anatinus. Female. Natural size. Drawn from a specimen in the Australian Museum, Sydney. Photograph by Mr. Harold Hall.

Fig. 3. Ornithorhynchus anatinus. Young male. Natural size. Drawn from a specimen in the Australian Museum, Sydney. Photograph by Mr. Harold Hall.

Fig. 4. Ornithorhynchus anatinus. Young female. Natural size. Drawn from a specimen in the Australian Museum, Sydney. Photograph by Mr. Harold Hall.

Digitized by Google

Fig. 1. Springbock (Antilope euchore).

Kopf, Hals und Rumpf, die Beine sind schlank und hoch, die Füße zierlich, die Schwanzlänge wechselt, ist aber meist mäßig, die Behaarung ist kurz, glatt und anliegend, die Färbung sehr verschieden, oft lebhaft, meist hell, gelblich, rötlich, grau, braun, schwarz, weiß, oft in Streifen, Flecken, Binden, Abzeichen, Augenstreifen, Nasenbinden, Kehlbinden, Halsbinden, Brustbinden, Bauchbinden, Schenkelbinden, Fleckenbinden, Fleckenreihen, Fleckenstreifen, Fleckenbinden, Fleckenreihen, Fleckenstreifen, Fleckenbinden, Fleckenreihen, Fleckenstreifen

Schutzblech hellgelb lackiert war, eine Waldstraße bergab. Dabei passierte es mir, daß ich in rascher Fahrt zwischen einer Ricke und ihrem Kitz hindurch sauste. Durch seinen Instinkt veranlaßt, folgte das junge Tierchen meinem Rad oder vielmehr dessen hell lackiertem Schutzblech, welches als Signal auf seine Augen gewirkt und den Nachlaufreflex ausgelöst hatte. Wie zuerst Wallace angenommen hat, sind die Signalflecken, die wir so vielfach bei Herdentieren antreffen, auch von Bedeutung, um die erwachsenen Tiere bei der Flucht zusammenzuhalten.

Die Dauer des Säugens ist bei den verschiedenen Säugetiergruppen verschieden lang. Dabei sind nicht etwa die Laufsäuglinge diejenigen, welche am kürzesten die Muttermilch genießen. Nagetiere, Insektenfresser, auch Raubtiere werden im allgemeinen kurze Zeit gesäugt, während unter den Huftieren Elefant, Nashorn und Flußpferd mehrere Jahre lang an der Mutter saugen. Viel früher als Lager- und Brustsäuglinge beginnen aber Laufsäuglinge die Milchnahrung teilweise aufzugeben oder doch sie mit anderer Nahrung zu vermischen. Während junge Raubtiere oft erst nach Wochen und Monaten Fleischnahrung zu genießen beginnen, fangen die Laufsäuglinge mancher pflanzenfressenden Tiere oft schon in den ersten Tagen ihres Lebens an, Blätter und Gras zu beknabbern. Die jungen Meerschweinchen nehmen oft schon nach wenigen Stunden grüne Blätter z. B. von Spinat oder Salat zu sich. Die Laufsäuglinge werden frühzeitig durch ihren eigenen Instinkt zur geeigneten Nahrung geführt. Überall wo die Eltern sich aufhalten, bietet sie sich ihnen von selbst dar. Die Lagersäuglinge der Raubtiere dagegen müssen erst lernen, Fleisch zu fressen und, was noch viel schwieriger ist, sie müssen lernen, sich dasselbe zu verschaffen. Schon frühzeitig, noch ehe die Jungen zu saugen aufgehört haben, beginnen die Alten ihnen Knochenstücke vorzulegen; dann schleppen sie immer mehr erlegte Tiere herbei. Eine Füchsin oder Wölfin, welche Junge im Bau hat, ist bald der Schrecken der ganzen Nachbarschaft. Sie schafft herbei, was sie an Vögeln und kleinen Säugetieren erbeuten kann. So fand ich einmal in einem Fuchsbau die Skelette von mehreren jungen Rehen. Wenn die jungen Raubtiere heranwachsen, müssen sie bald lernen, sich ihre Nahrung selbst zu fangen; damit beginnt ein wichtiger Abschnitt in ihrem Leben, die Erziehung, über die wir gleich nachher näheres hören werden. Hier wollen wir zunächst noch hervorheben, daß die Jungen von fruchtfressenden Säugetieren, also manche Raubtiere, Halbaffen und Affen, allmählich Früchte der Milchnahrung beimischen, wobei meistens die jungen Tiere von selbst die betreffenden Früchte sich zu holen beginnen. Es scheint, daß sogar bei den Affen keine Fütterung mit erbeutetem Futter von seiten der alten Tiere stattfindet.

Abb. 556. Rebhuhn auf dem Nest geduckt brütend und trotz Gefahr beim Nest ausharrend.

Fig. 1. Wild Asiatic elephants (*Elephas maximus*) in a forest in Ceylon.

Mammals are the most highly developed animals. They have a body covered with hair, a four-chambered heart, and warm blood. Their young are born alive and are nourished with milk from the mother's breasts. Mammals are found in all parts of the world, from the frozen Arctic to the hot tropics, from the highest mountains to the deepest seas. Some mammals live entirely on land, others in the water, and still others in the air. Mammals are the dominant animals of the earth today. Man is a mammal. Mammals are also the most important animals to man. Without them, human life would be very different. Mammals provide us with food, clothing, and shelter. They help us in our work. They are our companions in play. Mammals are the most interesting animals to study. Their behavior is more complex than that of other animals. Their intelligence is greater. Their emotions are more like our own.

Mammals are divided into about 20 orders. The most important orders are the rodents, bats, insectivores, carnivores, hoofed mammals, elephants, sea cows, primates, and man. The rodents are the largest order. They include rats, mice, squirrels, beavers, porcupines, and guinea pigs. Rodents have sharp, chisel-like front teeth for gnawing. Bats are the only mammals that can fly. They have wings made of skin stretched between their long finger bones. Insectivores are small animals that feed on insects. They include moles, shrews, and hedgehogs. Carnivores are flesh-eating animals. They include dogs, cats, bears, weasels, and seals. Most carnivores have sharp teeth for tearing flesh. Hoofed mammals are large animals that walk on the tips of their toes. They include horses, cattle, sheep, goats, deer, camels, and pigs. Elephants are the largest land animals. They have long trunks and tusks. Sea cows are large animals that live in the water. They include manatees and dugongs. Primates are the most highly developed mammals. They include monkeys, apes, and man. Man is the only primate that walks on two feet.

Copyright © 1960 by Encyclopedia Britannica, Inc.

fremde Junge zur Pflege ohne weiteres zugelaſſen werden. Gänſe, Enten, Singvögel pflegen, wenn Zufall oder Eingreifen des Menſchen ihnen fremde Junge der eigenen Art zuführen, dieſe ebenſo ſorgfältig wie ihre eigenen. Es iſt verſtändlich, daß manche Tierarten ihre Jungen ſicherer erkennen und von fremden unterſcheiden. Haustiere haben auch in dieſer Beziehung weniger differenzierte Sinne und Inſtinkte als wilde Tiere. Heinroth berichtet, daß bei einer Ehe zwiſchen einem aus der Freiheit ſtammenden Grauganſert und einer Hausgraugänſin letztere ein zugeführtes fremdes Jungè nicht unterſchied, während der Vater den Fremdling bemerkte, zuerſt über ihn herfallen wollte, ſich aber dann allmählich an ihn gewöhnte. Bei Raubvögeln und Störchen uſw. findet ja vielfach beim Verluſt eines Ehegatten deſſen Erſatz durch ein fremdes Individuum ſtatt, welches an der Pflege der Jungen ſo eifrig teilnimmt, als wären es ſeine eigenen.

Auch junge fremde Vogelarten werden von Singvögeln, Hühnern, Gänſen uſw. oft ohne weiteres adoptiert. Hennen, welche junge Enten ausbrüten und unter ihre Obhut nehmen, ſind ein bekannter Anblick. Die Pflege des jungen Kuckucks durch ſeine Pflegeeltern iſt ebenfalls ein Beweis für den inſtinktmäßigen Charakter der Brutpflege bei Singvögeln.

Säugetiere nehmen ebenſo bereitwillig fremde Junge der gleichen oder anderer Arten zur Pflege und Erziehung an. Eine in der Laktation begriffene Säugetiermutter läßt gern ein fremdes Junges, vor allem wenn eigene zugrunde gegangen ſind, zum Saugen zu. Daß ſehr leicht fremde Junge bemuttert werden, beweiſt die Aufzucht junger Wölfe, Tiger, Löwen durch Hündinnen (Abb. 557), junger Huftiere aller Gruppen durch Ziegen und Kühe. In der freien Natur kommen ſolche Unterſchiebungen allerdings kaum jemals vor.

11. Erziehung und Spiele der Tiere.

Nur bei den Vögeln und Säugetieren ſind die Beziehungen zwiſchen Alten und Jungen ſo innige und ſo lang andauernde, daß wir im eigentlichen Sinne des Wortes von einer Erziehung der Jungen ſprechen können. Wir haben geſehen, daß bei den Wirbelloſen nur ganz kurz dauernde Familienbeziehungen vorkommen und auch bei den Fiſchen, bei denen ja öfter die jungen Larven vom Vater behütet und geleitet werden, können wir wohl nicht eine eigentliche Erziehung annehmen; zwar werden wohl bei dem guten Gedächtnis der Fiſche die jungen Tiere ſich angewöhnen, bei gewiſſen Vorgängen in ihrer Umgebung die Schreckreaktionen des Vaters nachzuahmen. Somit können ſie immerhin, ausgehend von inſtinktmäßigem Handeln, allmählich einen gewiſſen Erfahrungsſchatz ſammeln. Es liegen aber über ſolche Zuſammenhänge keine Beobachtungen vor. Dagegen hat man bei Vögeln und Säugetieren vieles feſtgeſtellt, was man nur als Erziehung bezeichnen kann. Während die niederen Tiere, ſo z. B. die Inſekten, beim Auskriechen aus der Puppe vollkommen über ihre Bewegungsmechanismen verfügen, während ferner bei ihnen die Sinnesorgane durch Aufnahme von Reizen die Veranlaſſung zu geſetzmäßigen Bewegungen ſind, verfügen die jungen Vögel und Säugetiere oft nicht einmal über eine willkürliche Beweglichkeit ihrer Gliedmaßen. Die für das Leben notwendigen Inſtinkte werden ihnen durchaus nicht alle in einem fertigen Zuſtand mitgegegeben. Angehörige naheſtehender Arten unterſcheiden ſich oft ſehr in dieſer Beziehung. Während die einen mehr oder weniger zum ſelbſtändigen Leben von vornherein beſtimmt erſcheinen, müſſen andere noch ſehr viel lernen, ehe ſie die Hilfe der Eltern entbehren können. Neben den vererbten Inſtinkten ſpielt das, was Lloyd Morgan die Tradition nennt, die Gewohnheiten, welche die jungen Tiere von den Alten erlernen, um ſie ſelbſt ſpäter wieder ihren Nachkommen zu übermitteln, eine große Rolle.

Digitized by Google

Selbst die Nestflüchter unter den Vögeln und die Laufsäuglinge unter den Säugetieren machen bei aller Beweglichkeit oft verkehrte Bewegungen. Sie rennen gegen Hindernisse, versuchen in verkehrter Weise auszuweichen oder umzubiegen, sie wackeln und torkeln und verlieren leicht das Gleichgewicht. Fast alle Schwimmvögel werden auf dem festen Land geboren und müssen das Schwimmen oder doch wenigstens das Zutrauen zum feuchten Element erst erlernen. Kein Vogel, außer den jungen Großfußhühnern (vgl. S. 609), kann beim Verlassen der Eischale schon fliegen, auch das Fliegen muß zuerst gelernt sein. Während die Nestflüchter, die meistens am Boden sich aufhalten, ohne Gefahr ihre ersten Flugübungen unternehmen, sind besonders die auf hohen Bäumen ausgebrüteten Nesthocker in einer viel ungünstigeren Lage. Der erste Flug ist für sie eine gefahrvolle Unternehmung, die sie nur nach vielfacher Ermunterung durch die Alten wagen. Die alten Vögel machen den jungen unablässig die nötigen Bewegungen vor, ja sie sollen sie sogar manchmal im Schwebeflug dahingleitend, mit den Flügeln stützen. Singvögel locken durch vorgehaltenes Futter die Jungen aus dem Nest, Störche und Raubvögel stoßen sie aber über den Nestrand; letztere fangen sie während des Sturzes vielfach wieder auf. Im Anfang geht das Fliegen automatisch vor sich, aber ohne richtige Gleichgewichtshaltung, mit unbestimmtem Ziel, oft den Anflugsort verfehlend, unter Fallen, Flattern und Anstoßen. Beim Fliegen wie beim Schwimmen geht es aber genau wie beim Fressen und Schlucken. Alle Bewegungen sind durch den Bau des Tieres und durch seine Instinkte vorbereitet. Das junge Tier muß nur das Fliegen und Schwimmen versuchen, dann geht es schon von selbst. In noch ausgesprochener Weise bei den Nestflüchtern als bei den Nesthockern finden wir in den ersten Tagen des Lebens alle möglichen Bewegungen, die rein instinktmäßig vor sich gehen. Erst mit der Zeit geraten diese Bewegungen unter die Herrschaft von Erfahrungen. Zur Sammlung von solchen Erfahrungen trägt hauptsächlich die Erziehung durch die alten Tiere bei. Die meisten jungen Schwimmvögel können schwimmen, sobald sie aufs Wasser gesetzt werden. Die Berührung mit dem feuchten Element löst automatisch die richtigen Schwimmbewegungen aus. Junge Enten gehen auch ohne weiteres von selbst ins Wasser und beginnen zu schwimmen, selbst wenn sie von einer Henne ausgebrütet worden sind. Junge Schwäne und Möven gehen nicht so frühzeitig ins Wasser und müssen oft von ihren Müttern hineingebracht werden. Junge Schwäne, welche die Mutter ins Wasser gezwungen hat, suchen wieder ans Ufer oder der Mutter auf den Rücken zu klettern. Ähnlich geht es mit dem Tauchen; während manche junge Vögel das Tauchen instinktmäßig frühzeitig von selbst versuchen, nimmt der Haubentaucher, wenn er unters Wasser geht, seine Jungen unter seine Flügel.

Auch bei den wasserbewohnenden Säugetieren muß das Aufsuchen des Wassers oft erzwungen und das Schwimmen, wenigstens das geschickte Schwimmen, erlernt werden. Zwar beim Wal muß das Junge wohl als Lauf- oder richtiger Schwimmsäugling zur Welt kommen, gleich mit allen Schwimminstinkten begabt. Aber bei Eisbär und Robben werden die Jungen von der Mutter, bei ersteren unter einem Vorderbeine, bei letzteren im Maul ins Wasser getragen und lernen erst unter deren Leitung schwimmen.

Wie sehr bei vielen jungen Tieren die zweckmäßigen Bewegungen erblich übermittelt und vollkommen vorbereitet sind, zeigt die Tatsache, daß junge Nestflüchter vollständig imstande sind, die richtigen Bewegungen zum Aufpicken eines Kornes oder eines anderen Gegenstandes auszuführen, daß aber junge Hühner, Fasanen und Strauße dies nicht tun, ehe nicht die Mutter ihnen die Pickbewegung vorgemacht hat. Die Mutter kann für diesen Zweck auch durch einen Finger, einen Bleistift oder ein Stückchen Holz ersetzt werden, mit welchem man neben solch einem jungen Vogel auf den Boden tupft. Sofort ahmt das junge Tier

Digitized by Google

Adolf von Harnack, Gemälde von Max Liebermann, 1890. Öl auf Leinwand, 120 × 100 cm. Berlin, Alte Nationalgalerie, Inv. A I 1. Liebermann hat Harnack 1890 in Berlin gemalt, als dieser 39 Jahre alt war. Er hatte gerade seine Professur für Kirchengeschichte angetreten, die er bis 1921 innehaben sollte. Liebermann hat Harnack in seinem Arbeitszimmer dargestellt, das sich in der Wohnung der Familie in der Schumannstraße befand. Harnack sitzt an seinem Schreibtisch, auf dem sich Bücher und Manuskripte stapeln. Er ist in Arbeitskleidung gemalt, mit Hausschuhen und Hausjacke. Liebermann hat Harnack in einer Haltung gemalt, die Konzentration und Nachdenklichkeit ausdrückt. Harnack hat den Kopf in die Hand gestützt und blickt nachdenklich vor sich hin. Liebermann hat Harnack in einer Haltung gemalt, die Konzentration und Nachdenklichkeit ausdrückt. Harnack hat den Kopf in die Hand gestützt und blickt nachdenklich vor sich hin. Liebermann hat Harnack in einer Haltung gemalt, die Konzentration und Nachdenklichkeit ausdrückt. Harnack hat den Kopf in die Hand gestützt und blickt nachdenklich vor sich hin.

Copyright © 2014 by Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/Boston

Jungen verschieden viel zu lernen. Die komplizierteste Erziehungsausbildung erfahren wohl junge Säugetiere. Haben sie erst einmal in ihrer Umgebung sich zurechtfinden und die Bewegungen ihres Körpers im allgemeinen beherrschen gelernt, dann fangen sie an, die besonderen Bewegungen und Handlungen zu üben, welche für die Art charakteristisch sind. Dabei sieht man sie oft wie zur Übung in einer Weise sich bewegen, daß man unwillkürlich dazu kommt, von den Spielen der jungen Tiere zu sprechen. Groos, welcher ein ganzes Buch über die Spiele der Tiere geschrieben hat, widerspricht der Erklärung, welche in ihnen ausschließlich den Ausdruck eines Überschusses von Kraft erblickt. Er sieht vielmehr in ihnen für das zukünftige Leben der Tiere sehr notwendige Vorübungen. Ich schließe mich vollkommen seiner Ansicht an, möchte sie aber noch dahin erweitern, daß ich die Spiele als eine besondere Form der schon öfter erwähnten, bei den Tieren so allgemein verbreiteten Probierbewegungen ansehe. Sie werden ausgeführt, um die Fähigkeiten der einzelnen Gliedmaßen zu erproben, dabei tritt von selbst die notwendige Übung ein. So finden wir sie schon bei Fischen und bei vielen Vögeln als Bewegungsspiele ausgebildet. Junge Fische, z. B. Characiniden, führen z. T. geradezu Reigen auf. Junge Vögel, welche einmal die Zuversicht zu den Fähigkeiten ihrer Füße und Flügel gewonnen haben, sehen wir „in munterem Spiel" am Boden und in der Luft sich tummeln. Bei vielen Säugetieren werden durch die Erziehung diese Übungen in bestimmte Bahnen geleitet. Der Instinkt, einem bewegten Gegenstand nachzulaufen, veranlaßt die Jungen bei vielen Raubtieren, z. B. Hunden, ferner vielen Huftieren, einander und den Alten wie wild nachzurennen. Man hat oft den Eindruck wie von spielenden Kindern, wenn man solche junge Tiere bis zur Erschöpfung hintereinander herrasen sieht. Ziegen und Schafe, Antilopen und Gemsen führen in jugendlichem Alter ohne jede Ursache possierliche Sprünge aus. Felsenbewohnende Formen, wie z. B. Ziegen, Wildschafe, Klippschliefer üben sich im Ersteigen von steilen Gegenständen. Ebenso sieht man Klettertiere, also Katzen und vor allem Affen, an Bäumen und Ästen ihre Turnübungen ausführen. Die großen Katzen leiten ihre Jungen direkt zu solchen Bewegungsspielen an, indem die Mutter mit der Schwanzspitze vor ihnen hin und her wedelt, so daß die Jungen darnach springen und greifen. Steine, Grasballen, Stückchen Holz werden mit der Pfote davongeschleudert und verfolgt, als ob sie ein lebendes Wesen wären. Bald fangen bei den Katzen, Wieseln, Frettchen, Iltissen usw. die Eltern an, den Jungen lebende kleine Tiere, z. B. Mäuse, zu bringen, denen jene dann nachspringen und welche zur Übung in den Jagdbewegungen benützt werden; ja selbst die erwachsenen Katzen üben sich noch in ähnlicher Weise an ihrer lebenden Beute, die sie wieder entspringen lassen, um sie von neuem zu fangen. Auch gegenseitig jagen sich junge und heranwachsende Tiere in solchen Jagdspielen, wobei sie alle Gelegenheit haben, die Fähigkeiten ihres Körpers zu entwickeln. Ganz allmählich werden die Jungen von Raubtieren auf richtige Jagdzüge von der Mutter oder beiden Eltern mitgenommen. Wölfe, Löwen und andere Raubtiere leben oft familienweise, und es dauert bei manchen Formen ziemlich lange, ehe die jungen Tiere alle Jagdmethoden richtig beherrschen. Bei den jungen Löwen soll diese Lehrzeit bis zu anderthalb Jahren dauern. Im Anfang sind nur die Alten die Jäger, die Jungen warten im Hintergrund, bis die Beute tot ist, um sich dann am Mahl zu beteiligen. Solange die jungen Raubtiere noch schwach und ungewandt sind, greifen die alten meist nur schwache und wehrlose Tiere an. In den afrikanischen Kolonien bekommen es die Ansiedler in höchst unangenehmer Weise an ihren Schaf- und Ziegenherden, besonders an deren Lämmern und Zicklein zu merken, wenn in der Nähe Löwen oder Leoparden mit dem Jagdunterricht ihrer Jungen beschäftigt sind. Ungefähr einjährige Löwen jagen und töten schon selbst ihr Beute-

Digitized by Google

tier, jedoch nicht ohne die Aufsicht der Eltern, welche in der Nähe warten, um im Notfall zu Hilfe zu eilen. Die Zahl der Wunden, deren ungeschickte Anbringung an verschiedenen Körperteilen, der langsame Tod des Opfers verraten die Unerfahrenheit des jungen Räubers. Beim Puma hat man schon wenige Wochen alte Tiere die Mutter auf der Jagd begleiten sehen.

Übungsspiele sind auch die Raufereien und Balgereien, welche bei so vielen jungen Tieren beobachtet werden können. Hunde, junge Bären, Tiger, Löwen, Jaguare, alle kämpfen miteinander in einer Art und Weise, die wir als Spiel bezeichnen müssen, da sie in der Regel Zähne und Klauen dabei nicht ernsthaft verwenden. Solche Kampfspiele führen übrigens viele Tiere auch in erwachsenem Zustande aus. Bei Katzen und Hunden beteiligen sich vielfach die Mütter an den Kampfspielen der Jungen, sie bis zu einem gewissen Grade anleitend, sie aber auch, wenn sie gegen die Mutter zudringlich werden und ihr Schmerzen bereiten, durch Schläge mit den Pranken zurechtweisend. Allerdings sollen die Mütter nie in die Kämpfe der jungen Tiere eingreifen, auch dann nicht, wenn dieselben sich ernsthaft verletzen, was speziell bei Raubtieren nicht selten vorkommen soll. Ein charakteristisches Bild sind die jungen Füchse oder Dachse, im Alter von etwa drei Wochen, die vor dem Bau unter der Leitung der Mutter ein Opfer zerreißen, an Knochen knabbern, spielen und sich balgen (vgl. Abb. 558).

Horntragende junge Huftiere beginnen schon unter Kapriolen aufeinander loszustürzen und mit den Stirnen zusammenzustoßen, ehe noch die Hörner hervorgewachsen sind. Auch die Füllen von Eseln, Pferden und Zebras suchen sich zu beißen und mit den Vorderbeinen zu schlagen.

Besonders interessant sind die Spiele der höchststehenden Säugetiere, der Affen. Bei ihnen handelt es sich nicht nur um Bewegungs- und Kampfspiele, sondern auch um eine weitgehende Nachahmung der Handlungen von anderen in ihrer Nähe befindlichen Tieren oder des Menschen. Viele der Dressurerfolge bei den Affen beruhen auf deren Nachahmungstrieb, der sie veranlaßt, alle möglichen menschlichen Bewegungen und Handlungen nachzumachen.

So können wir denn das Spielen als einen Instinkt des Tieres betrachten, der sie dazu treibt, Bewegungen auszuführen, die sie in ihrem späteren Leben mit großer Gewandtheit und Präzision ausführen müssen. Dieser Instinkt gibt ihnen die Gelegenheit, die nötigen Erfahrungen zu sammeln und sich so zu vervollkommnen. Er reiht sich damit den übrigen Instinkten, die wir bei jungen Tieren kennen gelernt haben, an, und genau so wie manche jener anderen Instinkte wird er von den brutpflegenden Eltern in die richtigen Bahnen geleitet. Wir dürfen in den erwähnten Fällen mit vollem Recht von einer Erziehung der Jungen sprechen und in ihr die höchste, ja schon eine vergeistigte Form der Brutpflege erblicken.

Die Brutpflege hat uns höchste körperliche und psychische Leistungen kennen gelehrt, ähnlich wie früher die Erscheinungen des Geschlechtslebens. Wie dort aber sehen wir die Vorgänge, die uns so räthselhaft und oft seltsam menschlich erscheinen können, an körperliche Zustände gebunden. Der Fisch, welcher über die Brutzeit hinaus ist, vergreift sich an seinen eigenen Eiern, seiner Brut. Eine erschöpfte und „gealterte" Osmia öffnete nach Fabre die vorher so sorgsam gebauten und gefüllten Zellen wieder, um sie zum eigenen Vorteil zu plündern. Nagetiere und vor allem Raubtiere, ja selbst Affen fressen in den ersten Stunden oder Tagen nach der Geburt oft ihre Jungen auf, vor allem in der Gefangenschaft. Sie tun es besonders regelmäßig mit gestorbenen Jungen, wie sie denn auch die Nachgeburt

Digitized by Google

auffressen; aus letzterer Gewohnheit mögen jene Verirrungen des Instinktes sich erklären lassen. Auch bei den höchststehenden Vögeln und Säugetieren erlischt die Erinnerung an die Zusammengehörigkeit von Eltern und Nachkommen gegenseitig bald nach dem Aufhören der eigentlichen Brutpflege und Erziehung. Sie erhält sich in modifizierter Form nur bei den geselligen und sozialen Tieren, die wir im nächsten Kapitel behandeln.

12. Brutparasitismus.

Gerade bei denjenigen Tiergruppen, bei denen die größte Sorgfalt auf die Versorgung der Nachkommenschaft verwendet wird, gibt es Arten, welche die Arbeit, die von anderen geleistet worden ist, sich — man möchte sagen — unrechtmäßigerweise für ihre eigenen Nachkommen zunutze machen. Derartiger Brutparasitismus kommt bei Insekten und bei Vögeln vor.

Bei den Insekten sind die Opfer der Brutparasiten vor allem jene Formen, von denen wir früher erfahren haben, daß sie zum Teil in sehr komplizierter Weise für die Nahrung ihrer Larven sorgen. Der Nahrungsvorrat für die Larven der Gallwespen z. B. besteht, wie wir gesehen haben, aus dem durch einen krankhaften Reiz erzeugten Gewebe der Gallen. In die sich entwickelnden Gallen bestimmter Gallwespenarten legen nun andere Gallwespen ihre Eier hinein, welche dort auf Kosten der rechtmäßigen Besitzerin der Galle leben und heranwachsen.

Noch auffallender ist der Brutparasitismus bei denjenigen Bienen und Wespen, welche unter einem großen Arbeitsaufwand Nahrungsvorräte für ihre Nachkommen einsammeln und in ihren Bauten aufspeichern. Diese Insekten werden von einer großen Anzahl anderer Insektenarten heimgesucht, die zum großen Teil mit ihnen nahe verwandt sind. Man kann bei manchen dieser Formen Beobachtungen machen, welche uns zeigen, wie nahe sich der Brutparasitismus mit einer Art von Räuberhandwerk berührt. Wir haben schon früher erwähnt, daß manche Raubwespen und solitären Bienen mit Vorliebe, statt eigene Bauten auszugraben, die verlassenen Bauten anderer Arten benützen. Nun gibt es gewisse Formen, welche sich nicht mit dem Aufsuchen verlassener Bauten begnügen, sondern andere Tiere aus ihren Bauten vertreiben, um sich deren Arbeit anzueignen. So hat man gewisse Raubwespen, z. B. Arten aus der Gattung Cerceris, dabei beobachtet, wie sie Bienen der Gattung Trachusa aus ihren Bauten verjagten und diese für ihre Zwecke benützten, indem sie Rüsselkäfer für ihre Larven eintrugen. Andere Raubwespen stehlen sich gegenseitig ihre Beute weg. So sind Arten von Oxybelus und Bembex dabei betroffen worden, wie sie anderen Arten ihrer Gattungen gewaltsam ihre Beute wegnahmen. Die Pompilus-Arten, von denen wir früher gehört haben, daß sie die von ihnen erbeuteten Opfer, meistens Spinnen, über eine Pflanze hängen, während sie eine Höhle graben, werden oft von ihren eigenen Gattungsgenossen bestohlen; ja man hat sogar beobachtet, daß gewisse Individuen bestimmter Arten ihre eigenen Artgenossen beraubten. So ist dies z. B. durch Adlerz bei Pompilus viaticus festgestellt worden. Überhaupt können wir vielfach bemerken, daß die verschiedenen Individuen einer brutpflegenden Insektenart mit verschiedener Sorgfalt ihre Pflichten gegen ihre Nachkommenschaft erfüllen. Beim Bauen und beim Sammeln der Nahrung sind die verschiedenen Individuen verschieden gewissenhaft. Von solchen Exemplaren, welche, statt selbst auf die Jagd zu gehen, ihren Artgenossen die schon gelähmte Insektenbeute wegnehmen, ist nur ein kleiner Schritt zum eigentlichen Brutparasitismus. So gibt es eine Anzahl von Pompilus-Arten, z. B. P. pectinipes und aculeatus, welche die Höhlen anderer Angehörigen

Digitized by Google

Abb. 559. Psithyrus rupestris Fabr., Schmarotzerhummel. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

der Gattung Pompilus öffnen, die Eier der rechtmäßigen Besitzer, welche dort auf der Beute niedergelegt sind, auffressen und statt dessen ihre eigenen Eier dort unterbringen. Nach Adlerz sind die Angehörigen der Gattung Ceropales sämtlich Brutparasiten bei Pompilus-Arten; die Angehörigen der Gattung Nysson schädigen auf die gleiche Weise die Gorytes-Arten. Während die Ceropales-Arten, indessen der Pompilus seine Höhle gräbt, an der im Freien aufgehängten Beute heimlich ihr Ei ablegen, warten die Nysson-Arten am Eingang der Höhlen von Gorytes, um in sie einzudringen, wenn jene abwesend sind. Wenn sie ihr Ei abgelegt haben, verschließen sie die Höhle auf das sorgfältigste. Es ist eine leicht zu beobachtende Tatsache, daß die Raubwespen vor solchen Brutparasiten sehr auf ihrer Hut sind. Viele der eigentümlichen Gewohnheiten der ersteren sind auf Vorsichtsmaßregeln gegen die Brutparasiten zurückzuführen, so z. B. das Aufhängen der Beute über Pflanzenteilen, die sorgfältige Untersuchung des Baues vor dem Eintragen und der jedesmalige Verschluß desselben während eines Jagdausfluges.

Wir haben auch von den solitären Bienen gehört, daß sie gern fremde Wohnungen benützen. Auch bei ihnen kommt es, so z. B. bei Mauerbienen, zu einem Kampf, dessen Ausgang verschieden sein kann, zwischen rechtmäßigem Besitzer und Eindringling. Das Stehlen von Nahrungsmaterial und Baustoffen spielt bei solitären und sozialen Bienen eine große Rolle. Die Bienen der Art Trachusa serratulae, also Verwandte der Formen, die wir vorhin als Opfer von Raubwespen kennen lernten, bringen in die Höhlen ihrer Nachbarn und Artgenossen, um diesen das mühsam auf Kiefernzweigen zusammengesuchte Harz, das sie als Baumaterial verwenden, wegzunehmen. Die sozialen Meliponen hat man dabei beobachtet, wie sie einander die Harzklumpen (Propolis) direkt von den Hinterbeinen, auf denen sie transportiert werden, wegraubten. Von den Honigbienen ist bekannt, daß nicht nur einzelne Individuen, sondern manchmal ganze Stöcke zu Raubbienen werden, welche, statt Vorräte selbst einzusammeln, solche in den Stöcken anderer Bienen stehlen.

Auch echte Brutschmarotzer gibt es unter den solitären Bienen. So ist schon die Gattung Sphecodes, die wir früher als eine sehr ursprüngliche Bienenform kennen gelernt haben, im Verdacht, eventuell gelegentlich bei Halictus-Arten zu parasitieren. Eine ganze Reihe von solitären Bienen ist aber zu ganz ausgesprochenen Schmarotzern geworden. So schmarotzen viele Arten von Stelis bei Anthidium-Arten, Coelioxys bei Megachile, Melecta bei Anthophora, Psithyrus bei Bombus. Diese verschiedenen Schmarotzerbienen verhalten sich ihren Opfern gegenüber ganz verschieden. So legt die Schmarotzerbiene Stelis minuta ihr Ei früher als ihr Wirt auf das noch unvollendete Futterpaket, so daß es von den später herangebrachten Futtermassen bedeckt wird. Ihre Larve kriecht auch früher aus als diejenige von Osmia leucomelaena, bei der sie wohnt. Beide fressen an der gleichen Futtermasse bis sie zusammentreffen, dann tötet nach einem Kampf die größere Schmarotzerlarve durch einen Biß in das Gehirnganglion die rechtmäßige Inhaberin des Baues und verzehrt sie. Bei anderen Schmarotzerbienen kommt es nicht zu einem Kampf,

Abb. 560. Chrysis ignita L., Goldwespe. Vergr. 3mal. Orig. nach der Natur.

Digitized by Google

da die Larve derselben sich so früh entwickelt, daß sie noch das Ei ihres Wirtes wegfrißt. Bemerkenswert ist die große Ähnlichkeit, welche oft Schmarotzerbienen mit ihren Wirten haben. Das auffallendste Beispiel hierfür bieten die Schmarotzerhummeln aus der Gattung Psithyrus (Abb. 559), welche fast genau so aussehen wie die Hummeln, bei denen sie schmarotzen. Aber wie allen Schmarotzerbienen fehlen ihnen die ihren Wirten eigentümlichen Sammelapparate an den Beinen. Sie zeigen auch keine Spur der den echten Hummeln eigentümlichen sozialen Instinkte. Wie die Männchen der Hummeln treiben sie sich an Blüten umher, bis die Begattungszeit vorüber ist, nach der sie bald sterben. Auch sonst stehen sie auf einer relativ niedrigeren Stufe als die Hummeln; denn, wie von Alten nachgewiesen hat, ist bei den Weibchen der Schmarotzerbienen das Gehirn geringer ausgebildet als bei ihren Wirten, und zwar zeigt sich die niedrige Entwicklung vor allem an den in Bd. I auf S. 721 als Sitz der höheren psychischen Fähigkeiten bei den Insekten besprochenen pilzhutförmigen Körpern. Diese sind nämlich klein, während sie entsprechend den höheren Leistungen bei den sammelnden Bienen sehr gut entwickelt sind. Die Zentren für Geruchs- und Gesichtssinn dagegen sind normal ausgebildet. Bei den Männchen ist das Gehirn auf derselben relativ niederen Entwicklungsstufe wie bei den Männchen der sammelnden Bienen, die ja auch keine höheren Leistungen zu verzeichnen haben. Die Ähnlichkeit der Schmarotzerbienen mit ihren Wirten ist offenbar in den meisten Fällen darauf zurückzuführen, daß sie von ihren Wirten oder nahen Verwandten derselben abstammen. Sie sind als Formen zu betrachten, welche die mühevollen Sitten des Nahrungssammelns sich abgewöhnt haben und dementsprechend degeneriert sind.

Wir werden in dem nächsten Kapitel noch kompliziertere Formen des Brutparasitismus bei gewissen Bewohnern der Ameisen- und Termitenstaaten zu besprechen haben. Hier wollen wir noch auf eine Gruppe von Brutparasiten aus der Ordnung der Hymenopteren hinweisen, welche bei ganz verschiedenen Wirten vorkommen. Es sind dies die durch den prachtvollen Goldglanz und bunten Schiller ihrer Körperpanzerung ausgezeichneten Goldwespen (Chrysididae) (Abb. 560). Es gibt Arten der Gattung Chrysis, welche ihre Eier bei Raubwespen, bei Faltenwespen und bei Bienen ablegen. Je nach den Wirten ist die Ernährungsweise der Larven eine verschiedene, ja es scheint sogar, daß die gleiche Art bei Wirten aus verschiedenen Gruppen schmarotzen und sich somit auf verschiedene Weise, bald von pflanzlicher, bald von tierischer Kost ernähren kann. Wenn die Goldwespen auch noch zum Teil einen Giftstachel besitzen, mit dem sie sehr empfindlich stechen können, so ist doch bei der Mehrzahl der Arten derselbe zu einer langen Legeröhre umgebildet. Aber auch diese können empfindlich stechen, wie ich mehr wie einmal an mir selbst erfahren habe. Manche Chrysis-Larven, so z. B. diejenige von Ch. ignita, fressen, ähnlich wie die brutparasitischen Raubwespen zuerst das Ei und dann den Nahrungsvorrat, den der Wirt, eine Faltenwespe, eingetragen hatte. Andere Chrysis-Arten legen Eier, die sich sehr langsam entwickeln; sie finden beim Heranwachsen die schon mit ihrem Futtervorrat gemästete Wirtslarve, von der sie sich allein ernähren. Wie wir das früher von den schmarotzenden Raubwespen gehört haben, so gibt es auch Goldwespen, welche die Höhlen ihrer Opfer öffnen und ihre Eier an die manchmal schon verpuppten oder in der Verpuppung begriffenen Larven derselben legen. So gräbt Chrysis viridula sich in das Nest der Wespe Hoplomerus spinipes mühsam ein, beißt auch noch ein Loch in den Kokon, in welchem die Larve sich schon eingesponnen hat, und befördert mit Hilfe ihrer langen Legeröhre ihr Ei hinein.

Es sind aber nicht nur Hymenopteren, also nahe Verwandte der so sorgfältig bauenden und futtersammelnden Bienen und Wespen, welche bei letzteren schmarotzen, sondern wir finden als Brutparasiten bei ihnen auch Vertreter anderer Insektenordnungen, von denen

Digitized by Google

wir besonders Fliegen und Käfer hervorheben. Wir haben S. 584 die sorgfältig gemauerten, steinharten Zellen der Mauerbiene (Chalicodoma) beschrieben. Trotz der scheinbar absolut sicheren Versorgung der Brut kommen auch in diesen Nestern Brutparasiten vor, und zwar sind es die Larven einer zu den Hummelfliegen (Bombylidae) gehörigen Schmarotzerfliege: Anthrax trifasciata. Dieselbe legt ihre Eier auf der Außenseite des Nestes ab. Aus dem Ei entwickelt sich eine sehr bewegliche, nur 1 mm lange, ganz dünne Larve, welche oft wochenlang, ohne Nahrung aufzunehmen, nach einem Spalt in der Nestwand sucht, durch den sie eindringt, um sich an die Bienenlarve zu machen. Bei dieser angelangt, erfährt sie eine Umwandlung in eine plumpe, weiße, kaum bewegliche Made, welche die kurz vor der Verpuppung stehende Larve der Mauerbiene in einer ganz eigentümlichen Weise — wie Fabre meint, auf osmotischem Weg — aussaugt. Die aus dieser Made hervorgehende Puppe ist beweglich und mit besonderen Anpassungen ausgestattet, die es ihr ermöglichen, durch die Wand ihres Mörtelgefängnisses durchzubrechen. Sie hat einen sehr harten Chitinpanzer, der Kopf ist mit 6 festen Stacheln versehen, welche als Bohrer die Mörtelwand angreifen. Die Abdominalsegmente sind mit starren Borsten und Stacheln, die nach hinten gerichtet sind, versehen, so daß das wühlende Tier, wie wir das früher von ähnlich lebenden Formen beschrieben haben, nicht zurückgleiten kann. So arbeitet sie sich langsam durch die harte Wand hindurch, dem Licht entgegen. Ist die Puppe an der Oberfläche des Nestes angelangt und hat in dieselbe ein rundes Fenster gebohrt, so streckt sie Kopf und Thorax hervor, auf dem Rücken platzt die Puppenhülle in einem kreuzförmigen Schlitz, aus welchem die Fliege hervordringt. Auch andere Bombyliden schmarotzen bei Bienen. So erinnere ich mich in Mexiko in einem Hohlweg an einer großen Kolonie einer Anthophora-Art Dutzende von Exemplaren einer Anthrax ähnlichen Fliege vor den Löchern lauernd gesehen zu haben. Andere Brutparasiten aus der Ordnung der Dipteren sind die Volucella-Arten, jene Schwebfliegen, welche wir wegen ihrer Ähnlichkeit mit den Hymenopterenarten, bei denen sie hausen, früher schon erwähnt haben (S. 397). So kommt die Volucella bombylans L. in zwei Varietäten bei Bombus-Arten, V. inanis L. bei Vespa crabro vor.

Noch merkwürdiger als die Metamorphose von Anthrax sind die Umwandlungen einiger Käferformen, welche im Larvenzustand bei verschiedenen Bienen schmarotzen. So leben bei unseren Honigbienen und bei solitären Bienen die schönen, auffallenden Käfer, welche man als Bienenwölfe bezeichnet (Trichodes apiarius L.), bei Anthophora Colletes u. a. findet man die Larve von Sitaris, und bei denselben Bienen kommen auch die Larven des Ölkäfers (Meloë) vor. Es sind dies alles Käfer, welche sich weder durch große Flinkheit noch durch einen harten Panzer auszeichnen. Es würde also für sie ein vergebliches Beginnen sein, in die Bauten der wehrhaften Bienen einzudringen. So ist denn ein anderer sehr komplizierter Weg eingeschlagen, um die Larven an den Ort ihrer Bestimmung zu bringen. Die Instinkte, welche zur Erreichung dieses Zweckes zur Entfaltung kommen, gehören zu den merkwürdigsten im Tierreich.

Sitaris humeralis Fabr. ist ein südeuropäischer Käfer, den man an den Nistplätzen von Anthophora parietina oft in Mengen umherkriechen sehen kann. Der Nestbau dieser Biene ist auf S. 706 beschrieben. Die Zellen desselben enthalten halbflüssigen Nektar, auf welchem das Ei der Biene schwimmt. In vielen Zellen findet man nun auf dem Ei eine junge Sitaris-Larve. Diese ist auf eine ganz eigenartige Weise in die wohlverschlossene Zelle hineingelangt; das Weibchen von Sitaris legt im August und September eine große Menge, oft über 2000 Eier. Von dieser großen Zahl von Eiern sind, wie gewöhnlich bei sehr fruchtbaren Tieren, nur ganz wenige dazu bestimmt, ein fertiges Tier zu liefern. Für die normale Ent-

Digitized by Google

antenna, the first joint of which is long and slender, the second short, the third and fourth long, the fifth short, the sixth and seventh long, the eighth short, the ninth and tenth long, the eleventh short, the twelfth and thirteenth long, the fourteenth short, the fifteenth and sixteenth long, the seventeenth short, the eighteenth and nineteenth long, the twentieth short, the twenty-first and twenty-second long, the twenty-third short, the twenty-fourth and twenty-fifth long, the twenty-sixth short, the twenty-seventh and twenty-eighth long, the twenty-ninth short, the thirtieth and thirty-first long, the thirty-second short, the thirty-third and thirty-fourth long, the thirty-fifth short, the thirty-sixth and thirty-seventh long, the thirty-eighth short, the thirty-ninth and fortieth long, the forty-first short, the forty-second and forty-third long, the forty-fourth short, the forty-fifth and forty-sixth long, the forty-seventh short, the forty-eighth and forty-ninth long, the fiftieth short, the fifty-first and fifty-second long, the fifty-third short, the fifty-fourth and fifty-fifth long, the fifty-sixth short, the fifty-seventh and fifty-eighth long, the fifty-ninth short, the sixtieth and sixty-first long, the sixty-second short, the sixty-third and sixty-fourth long, the sixty-fifth short, the sixty-sixth and sixty-seventh long, the sixty-eighth short, the sixty-ninth and seventieth long, the seventy-first short, the seventy-second and seventy-third long, the seventy-fourth short, the seventy-fifth and seventy-sixth long, the seventy-seventh short, the seventy-eighth and seventy-ninth long, the eightieth short, the eighty-first and eighty-second long, the eighty-third short, the eighty-fourth and eighty-fifth long, the eighty-sixth short, the eighty-seventh and eighty-eighth long, the eighty-ninth short, the ninetieth and ninety-first long, the ninety-second short, the ninety-third and ninety-fourth long, the ninety-fifth short, the ninety-sixth and ninety-seventh long, the ninety-eighth short, the ninety-ninth and hundredth long, the hundred and first short, the hundred and second and hundred and third long, the hundred and fourth short, the hundred and fifth and hundred and sixth long, the hundred and seventh short, the hundred and eighth and hundred and ninth long, the hundred and tenth short, the hundred and eleventh and hundred and twelfth long, the hundred and thirteenth short, the hundred and fourteenth and hundred and fifteenth long, the hundred and sixteenth short, the hundred and seventeenth and hundred and eighteenth long, the hundred and nineteenth short, the hundred and twentieth and hundred and twenty-first long, the hundred and twenty-second short, the hundred and twenty-third and hundred and twenty-fourth long, the hundred and twenty-fifth short, the hundred and twenty-sixth and hundred and twenty-seventh long, the hundred and twenty-eighth short, the hundred and twenty-ninth and hundred and thirtieth long, the hundred and thirty-first short, the hundred and thirty-second and hundred and thirty-third long, the hundred and thirty-fourth short, the hundred and thirty-fifth and hundred and thirty-sixth long, the hundred and thirty-seventh short, the hundred and thirty-eighth and hundred and thirty-ninth long, the hundred and fortieth short, the hundred and forty-first and hundred and forty-second long, the hundred and forty-third short, the hundred and forty-fourth and hundred and forty-fifth long, the hundred and forty-sixth short, the hundred and forty-seventh and hundred and forty-eighth long, the hundred and forty-ninth short, the hundred and fiftieth and hundred and fifty-first long, the hundred and fifty-second short, the hundred and fifty-third and hundred and fifty-fourth long, the hundred and fifty-fifth short, the hundred and fifty-sixth and hundred and fifty-seventh long, the hundred and fifty-eighth short, the hundred and fifty-ninth and hundred and sixtieth long, the hundred and sixty-first short, the hundred and sixty-second and hundred and sixty-third long, the hundred and sixty-fourth short, the hundred and sixty-fifth and hundred and sixty-sixth long, the hundred and sixty-seventh short, the hundred and sixty-eighth and hundred and sixty-ninth long, the hundred and seventieth short, the hundred and seventy-first and hundred and seventy-second long, the hundred and seventy-third short, the hundred and seventy-fourth and hundred and seventy-fifth long, the hundred and seventy-sixth short, the hundred and seventy-seventh and hundred and seventy-eighth long, the hundred and seventy-ninth short, the hundred and eightieth and hundred and eighty-first long, the hundred and eighty-second short, the hundred and eighty-third and hundred and eighty-fourth long, the hundred and eighty-fifth short, the hundred and eighty-sixth and hundred and eighty-seventh long, the hundred and eighty-eighth short, the hundred and eighty-ninth and hundred and ninetieth long, the hundred and ninety-first short, the hundred and ninety-second and hundred and ninety-third long, the hundred and ninety-fourth short, the hundred and ninety-fifth and hundred and ninety-sixth long, the hundred and ninety-seventh short, the hundred and ninety-eighth and hundred and ninety-ninth long, the two hundredth short, the two hundred and first and two hundred and second long, the two hundred and third short, the two hundred and fourth and two hundred and fifth long, the two hundred and sixth short, the two hundred and seventh and two hundred and eighth long, the two hundred and ninth short, the two hundred and tenth and two hundred and eleventh long, the two hundred and twelfth short, the two hundred and thirteenth and two hundred and fourteenth long, the two hundred and fifteenth short, the two hundred and sixteenth and two hundred and seventeenth long, the two hundred and eighteenth short, the two hundred and nineteenth and two hundred and twentieth long, the two hundred and twenty-first short, the two hundred and twenty-second and two hundred and twenty-third long, the two hundred and twenty-fourth short, the two hundred and twenty-fifth and two hundred and twenty-sixth long, the two hundred and twenty-seventh short, the two hundred and twenty-eighth and two hundred and twenty-ninth long, the two hundred and thirtieth short, the two hundred and thirty-first and two hundred and thirty-second long, the two hundred and thirty-third short, the two hundred and thirty-fourth and two hundred and thirty-fifth long, the two hundred and thirty-sixth short, the two hundred and thirty-seventh and two hundred and thirty-eighth long, the two hundred and thirty-ninth short, the two hundred and fortieth and two hundred and forty-first long, the two hundred and forty-second short, the two hundred and forty-third and two hundred and forty-fourth long, the two hundred and forty-fifth short, the two hundred and forty-sixth and two hundred and forty-seventh long, the two hundred and forty-eighth short, the two hundred and forty-ninth and two hundred and fiftieth long, the two hundred and fifty-first short, the two hundred and fifty-second and two hundred and fifty-third long, the two hundred and fifty-fourth short, the two hundred and fifty-fifth and two hundred and fifty-sixth long, the two hundred and fifty-seventh short, the two hundred and fifty-eighth and two hundred and fifty-ninth long, the two hundred and sixtieth short, the two hundred and sixty-first and two hundred and sixty-second long, the two hundred and sixty-third short, the two hundred and sixty-fourth and two hundred and sixty-fifth long, the two hundred and sixty-sixth short, the two hundred and sixty-seventh and two hundred and sixty-eighth long, the two hundred and sixty-ninth short, the two hundred and seventieth and two hundred and seventy-first long, the two hundred and seventy-second short, the two hundred and seventy-third and two hundred and seventy-fourth long, the two hundred and seventy-fifth short, the two hundred and seventy-sixth and two hundred and seventy-seventh long, the two hundred and seventy-eighth short, the two hundred and seventy-ninth and two hundred and eightieth long, the two hundred and eighty-first short, the two hundred and eighty-second and two hundred and eighty-third long, the two hundred and eighty-fourth short, the two hundred and eighty-fifth and two hundred and eighty-sixth long, the two hundred and eighty-seventh short, the two hundred and eighty-eighth and two hundred and eighty-ninth long, the two hundred and ninetieth short, the two hundred and ninety-first and two hundred and ninety-second long, the two hundred and ninety-third short, the two hundred and ninety-fourth and two hundred and ninety-fifth long, the two hundred and ninety-sixth short, the two hundred and ninety-seventh and two hundred and ninety-eighth long, the two hundred and ninety-ninth short, the three hundredth and three hundred and first long, the three hundred and second short, the three hundred and third and three hundred and fourth long, the three hundred and fifth short, the three hundred and sixth and three hundred and seventh long, the three hundred and eighth short, the three hundred and ninth and three hundred and tenth long, the three hundred and eleventh short, the three hundred and twelfth and three hundred and thirteenth long, the three hundred and fourteenth short, the three hundred and fifteenth and three hundred and sixteenth long, the three hundred and seventeenth short, the three hundred and eighteenth and three hundred and nineteenth long, the three hundred and twentieth short, the three hundred and twenty-first and three hundred and twenty-second long, the three hundred and twenty-third short, the three hundred and twenty-fourth and three hundred and twenty-fifth long, the three hundred and twenty-sixth short, the three hundred and twenty-seventh and three hundred and twenty-eighth long, the three hundred and twenty-ninth short, the three hundred and thirtieth and three hundred and thirty-first long, the three hundred and thirty-second short, the three hundred and thirty-third and three hundred and thirty-fourth long, the three hundred and thirty-fifth short, the three hundred and thirty-sixth and three hundred and thirty-seventh long, the three hundred and thirty-eighth short, the three hundred and thirty-ninth and three hundred and fortieth long, the three hundred and forty-first short, the three hundred and forty-second and three hundred and forty-third long, the three hundred and forty-fourth short, the three hundred and forty-fifth and three hundred and forty-sixth long, the three hundred and forty-seventh short, the three hundred and forty-eighth and three hundred and forty-ninth long, the three hundred and fiftieth short, the three hundred and fifty-first and three hundred and fifty-second long, the three hundred and fifty-third short, the three hundred and fifty-fourth and three hundred and fifty-fifth long, the three hundred and fifty-sixth short, the three hundred and fifty-seventh and three hundred and fifty-eighth long, the three hundred and fifty-ninth short, the three hundred and sixtieth and three hundred and sixty-first long, the three hundred and sixty-second short, the three hundred and sixty-third and three hundred and sixty-fourth long, the three hundred and sixty-fifth short, the three hundred and sixty-sixth and three hundred and sixty-seventh long, the three hundred and sixty-eighth short, the three hundred and sixty-ninth and three hundred and seventieth long, the three hundred and seventy-first short, the three hundred and seventy-second and three hundred and seventy-third long, the three hundred and seventy-fourth short, the three hundred and seventy-fifth and three hundred and seventy-sixth long, the three hundred and seventy-seventh short, the three hundred and seventy-eighth and three hundred and seventy-ninth long, the three hundred and eightieth short, the three hundred and eighty-first and three hundred and eighty-second long, the three hundred and eighty-third short, the three hundred and eighty-fourth and three hundred and eighty-fifth long, the three hundred and eighty-sixth short, the three hundred and eighty-seventh and three hundred and eighty-eighth long, the three hundred and eighty-ninth short, the three hundred and ninetieth and three hundred and ninety-first long, the three hundred and ninety-second short, the three hundred and ninety-third and three hundred and ninety-fourth long, the three hundred and ninety-fifth short, the three hundred and ninety-sixth and three hundred and ninety-seventh long, the three hundred and ninety-eighth short, the three hundred and ninety-ninth and four hundredth long, the four hundred and first short, the four hundred and second and four hundred and third long, the four hundred and fourth short, the four hundred and fifth and four hundred and sixth long, the four hundred and seventh short, the four hundred and eighth and four hundred and ninth long, the four hundred and tenth short, the four hundred and eleventh and four hundred and twelfth long, the four hundred and thirteenth short, the four hundred and fourteenth and four hundred and fifteenth long, the four hundred and sixteenth short, the four hundred and seventeenth and four hundred and eighteenth long, the four hundred and nineteenth short, the four hundred and twentieth and four hundred and twenty-first long, the four hundred and twenty-second short, the four hundred and twenty-third and four hundred and twenty-fourth long, the four hundred and twenty-fifth short, the four hundred and twenty-sixth and four hundred and twenty-seventh long, the four hundred and twenty-eighth short, the four hundred and twenty-ninth and four hundred and thirtieth long, the four hundred and thirty-first short, the four hundred and thirty-second and four hundred and thirty-third long, the four hundred and thirty-fourth short, the four hundred and thirty-fifth and four hundred and thirty-sixth long, the four hundred and thirty-seventh short, the four hundred and thirty-eighth and four hundred and thirty-ninth long, the four hundred and fortieth short, the four hundred and forty-first and four hundred and forty-second long, the four hundred and forty-third short, the four hundred and forty-fourth and four hundred and forty-fifth long, the four hundred and forty-sixth short, the four hundred and forty-seventh and four hundred and forty-eighth long, the four hundred and forty-ninth short, the four hundred and fiftieth and four hundred and fifty-first long, the four hundred and fifty-second short, the four hundred and fifty-third and four hundred and fifty-fourth long, the four hundred and fifty-fifth short, the four hundred and fifty-sixth and four hundred and fifty-seventh long, the four hundred and fifty-eighth short, the four hundred and fifty-ninth and four hundred and sixtieth long, the four hundred and sixty-first short, the four hundred and sixty-second and four hundred and sixty-third long, the four hundred and sixty-fourth short, the four hundred and sixty-fifth and four hundred and sixty-sixth long, the four hundred and sixty-seventh short, the four hundred and sixty-eighth and four hundred and sixty-ninth long, the four hundred and seventieth short, the four hundred and seventy-first and four hundred and seventy-second long, the four hundred and seventy-third short, the four hundred and seventy-fourth and four hundred and seventy-fifth long, the four hundred and seventy-sixth short, the four hundred and seventy-seventh and four hundred and seventy-eighth long, the four hundred and seventy-ninth short, the four hundred and eightieth and four hundred and eighty-first long, the four hundred and eighty-second short, the four hundred and eighty-third and four hundred and eighty-fourth long, the four hundred and eighty-fifth short, the four hundred and eighty-sixth and four hundred and eighty-seventh long, the four hundred and eighty-eighth short, the four hundred and eighty-ninth and four hundred and ninetieth long, the four hundred and ninety-first short, the four hundred and ninety-second and four hundred and ninety-third long, the four hundred and ninety-fourth short, the four hundred and ninety-fifth and four hundred and ninety-sixth long, the four hundred and ninety-seventh short, the four hundred and ninety-eighth and four hundred and ninety-ninth long, the five hundredth short, the five hundred and first and five hundred and second long, the five hundred and third short, the five hundred and fourth and five hundred and fifth long, the five hundred and sixth short, the five hundred and seventh and five hundred and eighth long, the five hundred and ninth short, the five hundred and tenth and five hundred and eleventh long, the five hundred and twelfth short, the five hundred and thirteenth and five hundred and fourteenth long, the five hundred and fifteenth short, the five hundred and sixteenth and five hundred and seventeenth long, the five hundred and eighteenth short, the five hundred and nineteenth and five hundred and twentieth long, the five hundred and twenty-first short, the five hundred and twenty-second and five hundred and twenty-third long, the five hundred and twenty-fourth short, the five hundred and twenty-fifth and five hundred and twenty-sixth long, the five hundred and twenty-seventh short, the five hundred and twenty-eighth and five hundred and twenty-ninth long, the five hundred and thirtieth short, the five hundred and thirty-first and five hundred and thirty-second long, the five hundred and thirty-third short, the five hundred and thirty-fourth and five hundred and thirty-fifth long, the five hundred and thirty-sixth short, the five hundred and thirty-seventh and five hundred and thirty-eighth long, the five hundred and thirty-ninth short, the five hundred and fortieth and five hundred and forty-first long, the five hundred and forty-second short, the five hundred and forty-third and five hundred and forty-fourth long, the five hundred and forty-fifth short, the five hundred and forty-sixth and five hundred and forty-seventh long, the five hundred and forty-eighth short, the five hundred and forty-ninth and five hundred and fiftieth long, the five hundred and fifty-first short, the five hundred and fifty-second and five hundred and fifty-third long, the five hundred and fifty-fourth short, the five hundred and fifty-fifth and five hundred and fifty-sixth long, the five hundred and fifty-seventh short, the five hundred and fifty-eighth and five hundred and fifty-ninth long, the five hundred and sixtieth short, the five hundred and sixty-first and five hundred and sixty-second long, the five hundred and sixty-third short, the five hundred and sixty-fourth and five hundred and sixty-fifth long, the five hundred and sixty-sixth short, the five hundred and sixty-seventh and five hundred and sixty-eighth long, the five hundred and sixty-ninth short, the five hundred and seventieth and five hundred and seventy-first long, the five hundred and seventy-second short, the five hundred and seventy-third and five hundred and seventy-fourth long, the five hundred and seventy-fifth short, the five hundred and seventy-sixth and five hundred and seventy-seventh long, the five hundred and seventy-eighth short, the five hundred and seventy-ninth and five hundred and eightieth long, the five hundred and eighty-first short, the five hundred and eighty-second and five hundred and eighty-third long, the five hundred and eighty-fourth short, the five hundred and eighty-fifth and five hundred and eighty-sixth long, the five hundred and eighty-seventh short, the five hundred and eighty-eighth and five hundred and eighty-ninth long, the five hundred and ninetieth short, the five hundred and ninety-first and five hundred and ninety-second long, the five hundred and ninety-third short, the five hundred and ninety-fourth and five hundred and ninety-fifth long, the five hundred and ninety-sixth short, the five hundred and ninety-seventh and five hundred and ninety-eighth long, the five hundred and ninety-ninth short, the six hundredth and six hundred and first long, the six hundred and second short, the six hundred and third and six hundred and fourth long, the six hundred and fifth short, the six hundred and sixth and six hundred and seventh long, the six hundred and eighth short, the six hundred and ninth and six hundred and tenth long, the six hundred and eleventh short, the six hundred and twelfth and six hundred and thirteenth long, the six hundred and fourteenth short, the six hundred and fifteenth and six hundred and sixteenth long, the six hundred and seventeenth short, the six hundred and eighteenth and six hundred and nineteenth long, the six hundred and twentieth short, the six hundred and twenty-first and six hundred and twenty-second long, the six hundred and twenty-third short, the six hundred and twenty-fourth and six hundred and twenty-fifth long, the six hundred and twenty-sixth short, the six hundred and twenty-seventh and six hundred and twenty-eighth long, the six hundred and twenty-ninth short, the six hundred and thirtieth and six hundred and thirty-first long, the six hundred and thirty-second short, the six hundred and thirty-third and six hundred and thirty-fourth long, the six hundred and thirty-fifth short, the six hundred and thirty-sixth and six hundred and thirty-seventh long, the six hundred and thirty-eighth short, the six hundred and thirty-ninth and six hundred and fortieth long, the six hundred and forty-first short, the six hundred and forty-second and six hundred and forty-third long, the six hundred and forty-fourth short, the six hundred and forty-fifth and six hundred and forty-sixth long, the six hundred and forty-seventh short, the six hundred and forty-eighth and six hundred and forty-ninth long, the six hundred and fiftieth short, the six hundred and fifty-first and six hundred and fifty-second long, the six hundred and fifty-third short, the six hundred and fifty-fourth and six hundred and fifty-fifth long, the six hundred and fifty-sixth short, the six hundred and fifty-seventh and six hundred and fifty-eighth long, the six hundred and fifty-ninth short, the six hundred and sixtieth and six hundred and sixty-first long, the six hundred and sixty-second short, the six hundred and sixty-third and six hundred and sixty-fourth long, the six hundred and sixty-fifth short, the six hundred and sixty-sixth and six hundred and sixty-seventh long, the six hundred and sixty-eighth short, the six hundred and sixty-ninth and six hundred and seventieth long, the six hundred and seventy-first short, the six hundred and seventy-second and six hundred and seventy-third long, the six hundred and seventy-fourth short, the six hundred and seventy-fifth and six hundred and seventy-sixth long, the six hundred and seventy-seventh short, the six hundred and seventy-eighth and six hundred and seventy-ninth long, the six hundred and eightieth short, the six hundred and eighty-first and six hundred and eighty-second long, the six hundred and eighty-third short, the six hundred and eighty-fourth and six hundred and eighty-fifth long, the six hundred and eighty-sixth short, the six hundred and eighty-seventh and six hundred and eighty-eighth long, the six hundred and eighty-ninth short, the six hundred and ninetieth and six hundred and ninety-first long, the six hundred and ninety-second short, the six hundred and ninety-third and six hundred and ninety-fourth long, the six hundred and ninety-fifth short, the six hundred and ninety-sixth and six hundred and ninety-seventh long, the six hundred and ninety-eighth short, the six hundred and ninety-ninth and seven hundredth long, the seven hundred and first short, the seven hundred and second and seven hundred and third long, the seven hundred and fourth short, the seven hundred and fifth and seven hundred and sixth long, the seven hundred and seventh short, the seven hundred and eighth and seven hundred and ninth long, the seven hundred and tenth short, the seven hundred and eleventh and seven hundred and twelfth long, the seven hundred and thirteenth short, the seven hundred and fourteenth and seven hundred and fifteenth long, the seven hundred and sixteenth short, the seven hundred and seventeenth and seven hundred and eighteenth long, the seven hundred and nineteenth short, the seven hundred and twentieth and seven hundred and twenty-first long, the seven hundred and twenty-second short, the seven hundred and twenty-third and seven hundred and twenty-fourth long, the seven hundred and twenty-fifth short, the seven hundred and twenty-sixth and seven hundred and twenty-seventh long, the seven hundred and twenty-eighth short, the seven hundred and twenty-ninth and seven hundred and thirtieth long, the seven hundred and thirty-first short, the seven hundred and thirty-second and seven hundred and thirty-third long, the seven hundred and thirty-fourth short, the seven hundred and thirty-fifth and seven hundred and thirty-sixth long, the seven hundred and thirty-seventh short, the seven hundred and thirty-eighth and seven hundred and thirty-ninth long, the seven hundred and fortieth short, the seven hundred and forty-first and seven hundred and forty-second long, the seven hundred and forty-third short, the seven hundred and forty-fourth and seven hundred and forty-fifth long, the seven hundred and forty-sixth short, the seven hundred and forty-seventh and seven hundred and forty-eighth long, the seven hundred and forty-ninth short, the seven hundred and fiftieth and seven hundred and fifty-first long, the seven hundred and fifty-second short, the seven hundred and fifty-third and seven hundred and fifty-fourth long, the seven hundred and fifty-fifth short, the seven hundred and fifty-sixth and seven hundred and fifty-seventh long, the seven hundred and fifty-eighth short, the seven hundred and fifty-ninth and seven hundred and sixtieth long, the seven hundred and sixty-first short, the seven hundred and sixty-second and seven hundred and sixty-third long, the seven hundred and sixty-fourth short, the seven hundred and sixty-fifth and seven hundred and sixty-sixth long, the seven hundred and sixty-seventh short, the seven hundred and sixty-eighth and seven hundred and sixty-ninth long, the seven hundred and seventieth short, the seven hundred and seventy-first and seven hundred and seventy-second long, the seven hundred and seventy-third short, the seven hundred and seventy-fourth and seven hundred and seventy-fifth long, the seven hundred and seventy-sixth short, the seven hundred and seventy-seventh and seven hundred and seventy-eighth long, the seven hundred and seventy-ninth short, the seven hundred and eightieth and seven hundred and eighty-first long, the seven hundred and eighty-second short, the seven hundred and eighty-third and seven hundred and eighty-fourth long, the seven hundred and eighty-fifth short, the seven hundred and eighty-sixth and seven hundred and eighty-seventh long, the seven hundred and eighty-eighth short, the seven hundred and eighty-ninth and seven hundred and ninetieth long, the seven hundred and ninety-first short, the seven hundred and ninety-second and seven hundred and ninety-third long, the seven hundred and ninety-fourth short, the seven hundred and ninety-fifth and seven hundred and ninety-sixth long, the seven hundred and ninety-seventh short, the seven hundred and ninety-eighth and seven hundred and ninety-ninth long, the eight hundredth short, the eight hundred and first and eight hundred and second long, the eight hundred and third short, the eight hundred and fourth and eight hundred and fifth long, the eight hundred and sixth short, the eight hundred and seventh and eight hundred and eighth long, the eight hundred and ninth short, the eight hundred and tenth and eight hundred and eleventh long, the eight hundred and twelfth short, the eight hundred and thirteenth and eight hundred and fourteenth long, the eight hundred and fifteenth short, the eight hundred and sixteenth and eight hundred and seventeenth long, the eight hundred and eighteenth short, the eight hundred and nineteenth and eight hundred and twentieth long, the eight hundred and twenty-first short, the eight hundred and twenty-second and eight hundred and twenty-third long, the eight hundred and twenty-fourth short, the eight hundred and twenty-fifth and eight hundred and twenty-sixth long, the eight hundred and twenty-seventh short, the eight hundred and twenty-eighth and eight hundred and twenty-ninth long, the eight hundred and thirtieth short, the eight hundred and thirty-first and eight hundred and thirty-second long, the eight hundred and thirty-third short, the eight hundred and thirty-fourth and eight hundred and thirty-fifth long, the eight hundred and thirty-sixth short, the eight hundred and thirty-seventh and eight hundred and thirty-eighth long, the eight hundred and thirty-ninth short, the eight hundred and fortieth and eight hundred and forty-first long, the eight hundred and forty-second short, the eight hundred and forty-third and eight hundred and forty-fourth long, the eight hundred and forty-fifth short, the eight hundred and forty-sixth and eight hundred and forty-seventh long, the eight hundred and forty-eighth short, the eight hundred and forty-ninth and eight hundred and fiftieth long, the eight hundred and fifty-first short, the eight hundred and fifty-second and eight hundred and fifty-third long, the eight hundred and fifty-fourth short, the eight hundred and fifty-fifth and eight hundred and fifty-sixth long, the eight hundred and fifty-seventh short, the eight hundred and fifty-eighth and eight hundred and fifty-ninth long, the eight hundred and sixtieth short, the eight hundred and sixty-first and eight hundred and sixty-second long, the eight hundred and sixty-third short, the eight hundred and sixty-fourth and eight hundred and sixty-fifth long, the eight hundred and sixty-sixth short, the eight hundred and sixty-seventh and eight hundred and sixty-eighth long, the eight hundred and sixty-ninth short, the eight hundred and seventieth and eight hundred and seventy-first long, the eight hundred and seventy-second short, the eight hundred and seventy-third and eight hundred and seventy-fourth long, the eight hundred and seventy-fifth short, the eight hundred and seventy-sixth and eight hundred and seventy-seventh long, the eight hundred and seventy-eighth short, the eight hundred and seventy-ninth and eight hundred and eightieth long, the eight hundred and eighty-first short, the eight hundred and eighty-second and eight hundred and eighty-third long, the eight hundred and eighty-fourth short, the eight hundred and eighty-fifth and eight hundred and eighty-sixth long, the eight hundred and eighty-seventh short, the eight hundred and eighty-eighth and eight hundred and eighty-ninth long, the eight hundred and ninetieth short, the eight hundred and ninety-first and eight hundred and ninety-second long, the eight hundred and ninety-third short, the eight hundred and ninety-fourth and eight hundred and ninety-fifth long, the eight hundred and ninety-sixth short, the eight hundred and ninety-seventh and eight hundred and ninety-eighth long, the eight hundred and ninety-ninth short, the nine hundredth and nine hundred and first long, the nine hundred and second short, the nine hundred and third and nine hundred and fourth long, the nine hundred and fifth short, the nine hundred and sixth and nine hundred and seventh long, the nine hundred and eighth short, the nine hundred and ninth and nine hundred and tenth long, the nine hundred and eleventh short, the nine hundred and twelfth and nine hundred and thirteenth long, the nine hundred and fourteenth short, the nine hundred and fifteenth and nine hundred and sixteenth long, the nine hundred and seventeenth short, the nine hundred and eighteenth and nine hundred and nineteenth long, the nine hundred and twentieth short, the nine hundred and twenty-first and nine hundred and twenty-second long, the nine hundred and twenty-third short, the nine hundred and twenty-fourth and nine hundred and twenty-fifth long, the nine hundred and twenty-sixth short, the nine hundred and twenty-seventh and nine hundred and twenty-eighth long, the nine hundred and twenty-ninth short, the nine hundred and thirtieth and nine hundred and thirty-first long, the nine hundred and thirty-second short, the nine hundred and thirty-third and nine hundred and thirty-fourth long, the nine hundred and thirty-fifth short, the nine hundred and thirty-sixth and nine hundred and thirty-seventh long, the nine hundred and thirty-eighth short, the nine hundred and thirty-ninth and nine hundred and fortieth long, the nine hundred and forty-first short, the nine hundred and forty-second and nine hundred and forty-third long, the nine hundred and forty-fourth short, the nine hundred and forty-fifth and nine hundred and forty-sixth long, the nine hundred and forty-seventh short, the nine hundred and forty-eighth and nine hundred and forty-ninth long, the nine hundred and fiftieth short, the nine hundred and fifty-first and nine hundred and fifty-second long, the nine hundred and fifty-third short, the nine hundred and fifty-fourth and nine hundred and fifty-fifth long, the nine hundred and fifty-sixth short, the nine hundred and fifty-seventh and nine hundred and fifty-eighth long, the nine hundred and fifty-ninth short, the nine hundred and sixtieth and nine hundred and sixty-first long, the nine hundred and sixty-second short, the nine hundred and sixty-third and nine hundred and sixty-fourth long, the nine hundred and sixty-fifth short, the nine hundred and sixty-sixth and nine hundred and sixty-seventh long, the nine hundred and sixty-eighth short, the nine hundred and sixty-ninth and nine hundred and seventieth long, the nine hundred and seventy-first short, the nine hundred and seventy-second and nine hundred and seventy-third long, the nine hundred and seventy-fourth short, the nine hundred and seventy-fifth and nine hundred and seventy-sixth long, the nine hundred and seventy-seventh short, the nine hundred and seventy-eighth and nine hundred and seventy-ninth long, the nine hundred and eightieth short, the nine hundred and eighty-first and nine hundred and eighty-second long, the nine hundred and eighty-third short, the nine hundred and eighty-fourth and nine hundred and eighty-fifth long, the nine hundred and eighty-sixth short, the nine hundred and eighty-seventh and nine hundred and eighty-eighth long, the nine hundred and eighty-ninth short, the nine hundred and ninetieth and nine hundred and ninety-first long, the nine hundred and ninety-second short, the nine hundred and ninety-third and nine hundred and ninety-fourth long, the nine hundred and ninety-fifth short, the nine hundred and ninety-sixth and nine hundred and ninety-seventh long, the nine hundred and ninety-eighth short, the nine hundred and ninety-ninth and thousandth long, the thousand and first short, the thousand and second and thousand and third long, the thousand and fourth short, the thousand and fifth and thousand and sixth long, the thousand and seventh short, the thousand and eighth and thousand and ninth long, the thousand and tenth short, the thousand and eleventh and thousand and twelfth long, the thousand and thirteenth short, the thousand and fourteenth and thousand and fifteenth long, the thousand and sixteenth short, the thousand and seventeenth and thousand and eighteenth long, the thousand and nineteenth short, the thousand and twentieth and thousand and twenty-first long, the thousand and twenty-second short, the thousand and twenty-third and thousand and twenty-fourth long, the thousand and twenty-fifth short, the thousand and twenty-sixth and thousand and twenty-seventh long, the thousand and twenty-eighth short, the thousand and twenty-ninth and thousand and thirtieth long, the thousand and thirty-first short, the thousand and thirty-second and thousand and thirty-third long, the thousand and thirty-fourth short, the thousand and thirty-fifth and thousand and thirty-sixth long, the thousand and thirty-seventh short, the thousand and thirty-eighth and thousand and thirty-ninth long, the thousand and fortieth short, the thousand and forty-first and thousand and forty-second long, the thousand and forty-third short, the thousand and forty-fourth and thousand and forty-fifth long, the thousand and forty-sixth short, the thousand and forty-seventh and thousand and forty-eighth long, the thousand and forty-ninth short, the thousand and fiftieth and thousand and fifty-first long, the thousand and fifty-second short, the thousand and fifty-third and thousand and fifty-fourth long, the thousand and fifty-fifth short, the thousand and fifty-sixth and thousand and fifty-seventh long, the thousand and fifty-eighth short, the thousand and fifty-ninth and thousand and sixtieth long, the thousand and sixty-first short, the thousand and sixty-second and thousand and sixty-third long, the thousand and sixty-fourth short, the thousand and sixty-fifth and thousand and sixty-sixth long, the thousand and sixty-seventh short, the thousand and sixty-eighth and thousand and sixty-ninth long, the thousand and seventieth short, the thousand and seventy-first and thousand and seventy-second long, the thousand and seventy-third short, the thousand and seventy-fourth and thousand and seventy-fifth long, the thousand and seventy-sixth short, the thousand and seventy-seventh and thousand and seventy-eighth long, the thousand and seventy-ninth short, the thousand and eightieth and thousand and eighty-first long, the thousand and eighty-second short, the thousand and eighty-third and thousand and eighty-fourth long, the thousand and eighty-fifth short, the thousand and eighty-sixth and thousand and eighty-seventh long, the thousand and eighty-eighth short, the thousand and eighty-ninth and thousand and ninetieth long, the thousand and ninety-first short, the thousand and ninety-second and thousand and ninety-third long, the thousand and ninety-fourth short, the thousand and ninety-fifth and thousand and ninety-sixth long, the thousand and ninety-seventh short, the thousand and ninety-eighth and thousand and ninety-ninth long, the thousand and hundredth short, the thousand and hundred and first and thousand and hundred and second long, the thousand and hundred and third short, the thousand and hundred and fourth and thousand and hundred and fifth long, the thousand and hundred and sixth short, the thousand and hundred and seventh and thousand and hundred and eighth long, the thousand and hundred and ninth short, the thousand and hundred and tenth and thousand and hundred and eleventh long, the thousand and hundred and twelfth short, the thousand and hundred and thirteenth and thousand and hundred and fourteenth long, the thousand and hundred and fifteenth short, the thousand and hundred and sixteenth and thousand and hundred and seventeenth long, the thousand and hundred and eighteenth short, the thousand and hundred and nineteenth and thousand and hundred and twentieth long, the thousand and hundred and twenty-first short, the thousand and hundred and twenty-second and thousand and hundred and twenty-third long, the thousand and hundred and twenty-fourth short, the thousand and hundred and twenty-fifth and thousand and hundred and twenty-sixth long, the thousand and hundred and twenty-seventh short, the thousand and hundred and twenty-eighth and thousand and hundred and twenty-ninth long, the thousand and hundred and thirtieth short, the thousand and hundred and thirty-first and thousand and hundred and thirty-second long, the thousand and hundred and thirty-third short, the thousand and hundred and thirty-fourth and thousand and hundred and thirty-fifth long, the thousand and hundred and thirty-sixth short, the thousand and hundred and thirty-seventh and thousand and hundred and thirty-eighth long, the thousand and hundred and thirty-ninth short, the thousand and hundred and fortieth and thousand and hundred and forty-first long, the thousand and hundred and forty-second short, the thousand and hundred and forty-third and thousand and hundred and forty-fourth long, the thousand and hundred and forty-fifth short, the thousand and hundred and forty-sixth and thousand and hundred and forty-seventh long, the thousand and hundred and forty-eighth short, the thousand and hundred and forty-ninth and thousand and hundred and fiftieth long, the thousand and hundred and fifty-first short, the thousand and hundred and fifty-second and thousand and hundred and fifty-third long, the thousand and hundred and fifty-fourth short, the thousand and hundred and fifty-fifth and thousand and hundred and fifty-sixth long, the thousand and hundred and fifty-seventh short, the thousand and hundred and fifty-eighth and thousand and hundred and fifty-ninth long, the thousand and hundred and sixtieth short, the thousand and hundred and sixty-first and thousand and hundred and sixty-second long, the thousand and hundred and sixty-third short, the thousand and hundred and sixty-fourth and thousand and hundred and sixty-fifth long, the thousand and hundred and sixty-sixth short, the thousand and hundred and sixty-seventh and thousand and hundred and sixty-eighth long, the thousand and hundred and sixty-ninth short, the thousand and hundred and seventieth and thousand and hundred and seventy-first long, the thousand and hundred and seventy-second short, the thousand and hundred and seventy-third and thousand and hundred and seventy-fourth long, the thousand and hundred and seventy-fifth short, the thousand and hundred and seventy-sixth and thousand and hundred and seventy-seventh long, the thousand and hundred and seventy-eighth short, the thousand and hundred and seventy-ninth and thousand and hundred and eightieth long, the thousand and hundred and eighty-first short, the thousand and hundred and eighty-second and thousand and hundred and eighty-third long, the thousand and hundred and eighty-fourth short, the thousand and hundred and eighty-fifth and thousand and hundred and eighty-sixth long, the thousand and hundred and eighty-seventh short, the thousand and hundred and eighty-eighth and thousand and hundred and eighty-ninth long, the thousand and hundred and ninetieth short, the thousand and hundred and ninety-first and thousand and hundred and ninety-second long, the thousand and hundred and ninety-third short, the thousand and hundred and ninety-fourth and thousand and hundred and ninety-fifth long, the thousand and hundred and ninety-sixth short, the thousand and hundred and ninety-seventh and thousand and hundred and ninety-eighth long, the thousand and hundred and ninety-ninth short, the thousand and two hundredth and thousand and two hundred and first long, the thousand and two hundred and second short, the thousand and two hundred and third and thousand and two hundred and fourth long, the thousand and two hundred and fifth short, the thousand and two hundred and sixth and thousand and two hundred and seventh long, the thousand and two hundred and eighth short, the thousand and two hundred and ninth and thousand and two hundred and tenth long, the thousand and two hundred and eleventh short, the thousand and two hundred and twelfth and thousand and two hundred and thirteenth long, the thousand and two hundred and fourteenth short, the thousand and two hundred and fifteenth and thousand and two hundred and sixteenth long, the thousand and two hundred and seventeenth short, the thousand and two hundred and eighteenth and thousand and two hundred and nineteenth long, the thousand and two hundred and twentieth short, the thousand and two hundred and twenty-first and thousand and two hundred and twenty-second long, the thousand and two hundred and twenty-third short, the thousand and two hundred and twenty-fourth and thousand and two hundred and twenty-fifth long, the thousand and two hundred and twenty-sixth short, the thousand and two hundred and twenty-seventh and thousand and two hundred and twenty-eighth long, the thousand and two hundred and twenty-ninth short, the thousand and two hundred and thirtieth and thousand and two hundred and thirty-first long, the thousand and two hundred and thirty-second short, the thousand and two hundred and thirty-third and thousand and two hundred and thirty-fourth long, the thousand and two hundred and thirty-fifth short, the thousand and two hundred and thirty-sixth and thousand and two hundred and thirty-seventh long, the thousand and two hundred and thirty-eighth short

Abb. 563. Erſte Larve von Meloë, vom Rücken. Vergr. 75 mal. Orig. nach der Natur.

Bienen beſucht werden. Fabre beobachtete ſie in großen Maſſen in der Nähe einer Kolonie von Anthophora parietina L., in deren Nachbarſchaft die Mütter alſo die Eier abgelegt haben mußten. Die im Juni auskriechenden Larven von Meloë ſind ebenfalls mit Beinen verſehene ſchlanke Geſchöpfe (Abb. 563). Sie bleiben aber nicht unbeweglich am Boden ſitzen wie die Sitaris-Larven, ſondern kriechen auf die Blüten vor allem von Kompoſiten, wo ſie auf den Beſuch der Bienen warten. Wenn ſolche ankommen, ſo klammern auch ſie ſich an deren Haarkleid an und laſſen ſich in das Neſt transportieren. Viele erreichen das Ziel nicht, denn ihr Inſtinkt veranlaßt ſie, ſich an jedes behaarte Inſekt anzuklammern. Sie unterſcheiden nicht, ob es eine Fliege, ein Käfer, eine Biene oder ein Schmetterling iſt; nur wenn ſie ein Bienen- z. B. Anthophora-Weibchen zufällig beſtiegen haben, geraten ſie an die Stelle, wo ſie ſich ernähren und normal entwickeln können, was ganz in ähnlicher Weiſe vor ſich geht wie bei Sitaris, indem auch ſie zuerſt das Ei auffreſſen und ſich dann in eine madenähnliche Larve umwandeln, die den Honig frißt. Nach Fabre gelangen ſie aber auch dann zur richtigen Entwicklung, wenn ſie an einen Brutſchmarotzer, wie Melecta oder Coelioxys, geraten. Der trägt ſie ins Neſt der Anthophora, wo ſie ſich gleich auf das eingeſchmuggelte Ei niederlaſſen. Es geht alſo die geſammelte Larvennahrung durch die Hände von drei Herrn und fällt dem ſchwächſten der drei zu: Brutparaſitismus auf Brutparaſitismus Bei der Ölkäferlarve iſt der gegenüber der Sitaris-Larve weniger vollkommene Inſtinkt der Eiablage erſetzt durch die enorme Fruchtbarkeit der Mutter. Es wird eine größe Anzahl von Larven „riſkiert".

Nicht weniger merkwürdig ſind die Lebensgewohnheiten derjenigen Vögel, welche Brutparaſitismus treiben. Das bekannteſte Beiſpiel für dieſe hinterliſtige Form der Brutpflege iſt unſer einheimiſcher Kuckuck. Bekanntlich legt derſelbe ſeine Eier in die Neſter fremder Vögel, wo ſie der Sorge von fremden Eltern anvertraut bleiben, welch letztere mit einem wohlentwickelten Brutpflegeinſtinkt ausgeſtattet ſind. Faſt ſtets wählt unſer Kuckuck (Cuculus canorus L.) zur Unterbringung ſeiner Eier die Neſter von Sperlingsvögeln, und zwar von relativ kleinen Formen. Meiſtens ſind es die Neſter von Rotkehlchen, Finken, Bachſtelzen, Grasmücken, Droſſeln und rotrückigen Würgern. Der Inſtinkt, welcher den Vogel dabei leitet, iſt aber nicht untrüglich; denn es iſt beobachtet worden, daß unſer Kuckuck ſeine Eier ſelbſt in die Neſter von Eiderenten und Haubentauchern unterbrachte. Hier müſſen natürlich die Jungen zugrunde gehen, da ſie keine geeignete Pflege erfahren. Neuerdings iſt für auſtraliſche Kuckucke durch Mattingley nachgewieſen worden, daß ſie ſehr häufig ihre Eier in ganz ungeeignete Neſter legen, alſo in die Neſter von Neſtflüchtern oder in ſolche, deren Erbauer ihre Jungen mit Pflanzenteilen oder anderen für den Kuckuck

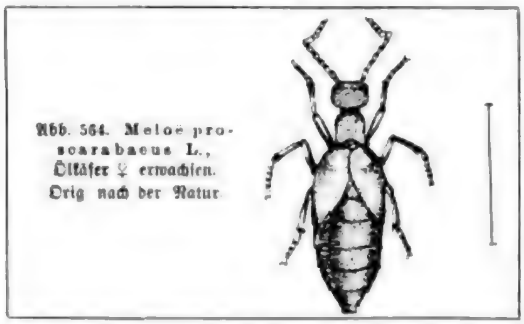


Abb. 564. Meloe proscarabaeus L., Ölkäfer ♀ erwachſen. Orig. nach der Natur.

Digitized by Google

segmentum. Oberhalb des Segmentes ist ein Kreis, der Nimbus, in welchem das Haupt Christi steht. Dieses ist von einem Kreuznimbus umgeben, dessen Arme mit Edelsteinen besetzt sind. Das Haupt ist von einem Kranze umgeben, der aus Blättern und Früchten besteht. Das Haupt ist von einem Kranze umgeben, der aus Blättern und Früchten besteht. Das Haupt ist von einem Kranze umgeben, der aus Blättern und Früchten besteht.

Fig. 1. Mosaik aus der Kirche S. Vitale in Ravenna.

Das Haupt ist von einem Kranze umgeben, der aus Blättern und Früchten besteht.

in das Nest der Elster, in Ägypten zur Nebelkrähe und sonstwo zu anderen Rabenvögeln. In jedes Nest legt er mindestens zwei Eier, manchmal sogar vier, und die ausschlüpfenden jungen Kuckucke leben in vollem Frieden mit ihren Stiefgeschwistern. Auch bei diesem Kuckuck haben die Eier eine ganz verblüffende Ähnlichkeit mit denjenigen ihrer Wirte.

Es gibt immerhin einige Kuckucksarten, welche Nester bauen und selbst brüten. Das ist z. B. der Fall bei der Gattung Centropus. Solche Kuckucke bauen aber meist ohne große Sorgfalt. Von einigen Formen ist es auch bekannt, daß sie bald als Nestparasiten sich fortpflanzen, bald eigene Nester bauen. So ist Hierococcyx sparveroides im Himalaya und in Ostasien gewöhnlich ein Nestparasit, während er in Südindien sein Nest baut und selbst brütet.

Die Bedeutung und Entstehung dieser merkwürdigen Instinktabänderung, welche uns so wenig zu den treuen Brutpflegegewohnheiten der übrigen Vögel zu passen scheint, wird am besten durch die Betrachtung einiger anderer Vogelgruppen, die ebenfalls Nestparasiten sind, beleuchtet. So ist es von einer südamerikanischen Art von Sperlingsvögeln (Cassidix oryzivorus) bekannt, daß sie im Gebiet der Amazonasmündung ihre Eier bei einem nahen Verwandten, C. persicus, unterbringt, während sie sich im südlichen Brasilien andere verwandte Formen zu diesem Zweck aussucht.

Ganz besonders lehrreich sind die Verhältnisse bei den sogenannten Kuhvögeln aus der Gattung Molobrus. In dieser Gattung ist nur eine Art, Molobrus badius, normal brütend. Alle anderen Formen treiben eine unglaubliche Verschwendung mit ihren Eiern. Sie legen sie in großer Zahl in fremde leere Nester oder lassen sie irgendwo fallen. Nur einige werden in Brutnester anderer Vögel gelegt, wo die Jungen aufgezogen werden. Der einzige Aufwand von Arbeitsleistung, den sie sich im Interesse ihrer Nachkommenschaft zumuten, besteht darin, daß sie dann und wann in einige der Eier des rechtmäßigen Besitzers solcher Nester, Löcher picken, um deren normale Entwicklung zu verhindern. Kriechen doch einige von diesen aus, so werden sie von dem jungen Kuhvogel totgedrückt, worauf die Leichen von den Pflegeeltern entfernt werden. Ja, der Brutpflegeinstinkt ist bei diesen Kuhvögeln so zerrüttet, daß oft mehrere Weibchen Haufen von Eiern in ein Nest ablegen und nicht selten ihre eigenen Eier statt derjenigen der Pflegeeltern auspicken.

Unter den Kuckucken der neuen Welt gibt es nun einige Formen, deren Sitten sehr an diejenigen der Kuhvögel erinnern. Es sind dies die sogenannten Ani's, die Angehörigen der Gattungen Guira und Crotophaga. Auch sie legen große Mengen von Eiern, die sie zum Teil regellos fallen lassen, zum Teil aber auch in Nestern unterbringen. Dabei zeigen sie eine merkwürdige Gepflogenheit. Eine ganze Anzahl von Weibchen baut gemeinsam ein großes Nest aus Ästen, welches sie mit Moos und grünen Blättern füttern. Jede der Mütter legt in dies gemeinsame Nest etwa 5 Eier, und zusammen in einem Klumpen bebrüten sie die 20—30 Eier; auch die aus jenen ausschlüpfenden Jungen werden gemeinsam gefüttert. Aber die Nester sind so nachlässig gebaut, daß oft Eier schon während der Ablage herausfallen, und später noch werfen die Mütter bei ihren ungeordneten Bewegungen weitere Eier aus den Nestern heraus. Ja, es wird sogar berichtet, daß sie nicht selten ihre Eier in Lagen zwischen Blättern verpacken und die Ausbrütung der beim Verfaulen der Blätter entstehenden Gärungswärme überlassen, was also ein ähnliches Verfahren wäre, wie wir es früher bei den Großfußhühnern beschrieben haben (vgl. S. 606).

Überlegen wir uns nun, auf welche Weise die merkwürdige Sitte des Nestparasitismus bei den Vögeln entstanden sein kann, so ist kein Zweifel, daß wir für ihn eine andere Grundlage suchen müssen als für jenen, den wir bei den Insekten besprochen haben. Räuberische

Digitized by Google

Instinkte kommen hier nicht in Betracht. Alle brutparasitischen Vögel sind aber polyandrisch. Jede Lockerung der Ehesitten führt auch zu einer Dekadenz in der Pflege der Nachkommenschaft. Genau wie bei den polyandrischen Kuckucken, bei denen die Zahl der Männchen diejenige der Weibchen bei weitem übersteigt, so finden wir auch bei den polygamen Hühnervögeln eine Schwächung des Brutpflegeinstinktes, der bei den monogamen Vögeln auf der höchsten Höhe steht. Bei den polygamen Vögeln ist kaum jemals das Männchen mit dem Weibchen an der Brutpflege beteiligt, dagegen sehen wir nicht selten mehrere Weibchen das gleiche Nest bebrüten oder ihre Nachkommenschaft in einer gemeinsamen Herde vereinigen. Auch hier ist die Sorgfalt, mit welcher die Brutpflege betrieben wird, schon herabgesetzt. Während die Entenvögel (Schwäne, Gänse, Enten) sonst zu den treuesten monogamen Ehegatten gehören und die Männchen sich bei ihnen meist intensiv an der Brutpflege beteiligen, ist die Türkenente (Cairina moschata L.) ausgesprochen polygam. Bei ihr kümmert sich denn auch das Männchen in keiner Weise um Nisthöhle, Brut und brütendes Weibchen. In anderen Fällen sehen wir umgekehrt das Weibchen sich der Brutpflege entziehen; denn jene Vögel bei denen wir den Vater die Brutpflege übernehmen sahen, Tinamus, Rhynchea u. a. sind alle polygam.

Bei den polyandrischen Kuckucken hätte die Dekadenz der Brutpflegegewohnheiten längst zu einem Aussterben der Arten führen müssen, wenn nicht die große Zahl der von einem Weibchen produzierten Eier die Aussichten für Erhaltung der Nachkommenschaft vermehrt hätte. Dazu kam bei den höchentwickelten Nestparasiten, den echten Kuckucken, die Variabilität in der Färbung der Eier. Diese ermöglichte es den Kuckucksmüttern, ihre Eier bei Vögeln unterzubringen, die selbst möglichst ähnliche Eier ablegten. Daß der Instinkt der Kuckucke sich mit der Zeit gerade nach der Richtung vervollkommnet haben muß, daß sie die Nester mit möglichst ähnlichen Eiern aufsuchen, dafür mag als Beweis dienen, daß der europäische Kuckuck auch in Indien Vögel, die mit europäischen verwandt sind, und deren Eier denen jener ähneln, für die Unterbringung seiner Eier wählt.

7. Kapitel.

E. Gesellschaftsbildung im Tierreich.

1. Massenversammlungen im Tierreich.

Wir haben schon mehrfach große Versammlungen von Individuen einer Tierart besprochen. Ganz verschiedene Ursachen bringen solche zustande. Wir lernten sie kennen im Zusammenhang mit den Fortpflanzungserscheinungen als Brunstversammlungen und in Form von Wanderungen. Letztere waren zum Teil durch Einflüsse der Nahrung bewirkt. Wir haben früher davon gesprochen, daß die festsitzenden Tiere infolge ihrer eigenartigen Vermehrungsweise und geringen Beweglichkeit oft in ungeheuren Mengen am gleichen Ort zu finden sind. Hier müssen wir noch darauf aufmerksam machen, daß gewisse physikalische Ursachen die Ansammlung von zahlreichen Tierindividuen bewirken können.

Der Wind ist z. B. ein Faktor, der die Tiere oft in großen Mengen an einem Ort zusammentreibt. Ganze Flüge von Insekten, z. B. Heuschrecken, Schmetterlinge werden auf das hohe Meer hinausgetrieben und lassen sich da auf Schiffen nieder. Ich habe selbst einmal beobachtet, daß nach anhaltendem Ostwind auf der dänischen Insel Fanö an der Westküste Blattläuse, die auf dem Strandhafer lebten, in solchen Mengen zusammen-

Digitized by

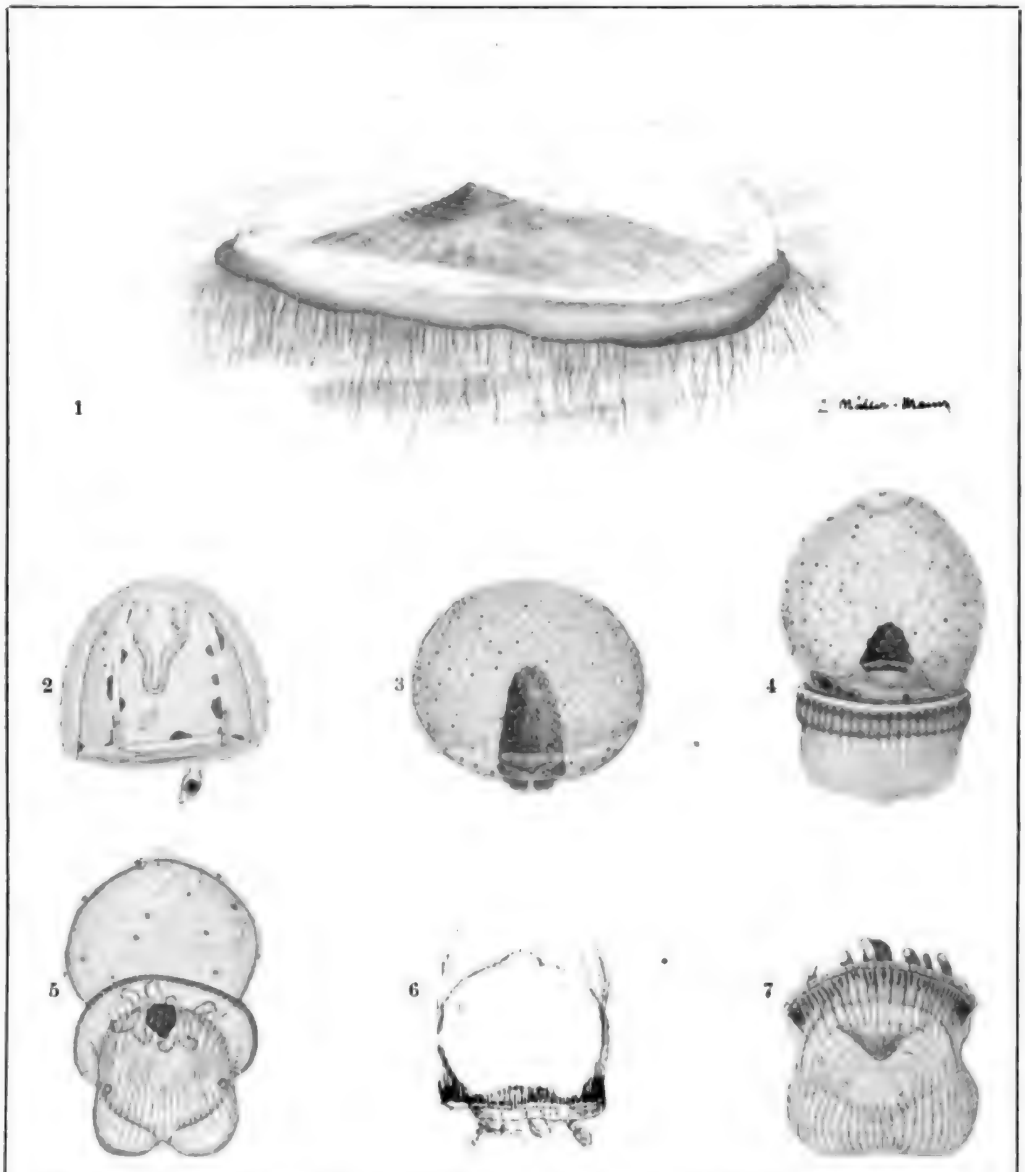


Abb. 566. Ontogenetiſche Wanderung von Velella spirans Eschz. 1 Erwachſenes, auf der Meeresoberfläche treibendes Tier (Original). 2 Eine der von den Stolonen ſich ablöſenden und abſinkenden Geſchlechtsmeduſen, Chryſomitren (nach Metſchnikoff; das etwas zu kleine Ei iſt irrtümlich ſtatt in den Magen in den Tentakel eingezeichnet worden). 3, 4 Junge, tentakelloſe und kurz vor der Metamorphoſe ſtehende Konarien, bei beiden oben Porus der Planula; aus der Tiefſee (nach Woltereck). 5 Junge, aufſteigende Rataria (nach Chun). 6, 7 Ältere, aufgetauchte Ratarien (Original). (Die einzelnen Figuren nicht im richtigen Größenverhältnis dargeſtellt.)
Aus Steuer, Planktonkunde.

geweht wurden, daß man ſie eimerweiſe aufſchaufeln konnte. Auch im Meer treibt der Wind die Oberflächentiere oft zu rieſigen Scharen zuſammen. So kann, wenn der Wind längere Zeit in einer Richtung geweht hat, die Siphonophore Vellela oder jene andere Staatsqualle, welche man mit dem Namen der ſpaniſchen Galeere bezeichnet (Physalia), zu vielen Millionen zuſammengetrieben, auch an den Strand geworfen werden, wo durch die verweſenden Leichen die Luft verpeſtet wird.

Digitized by Google

Der Bronzeguß ist ein Hohlguß, der in Sandformen ausgeführt wird. Die Sandformen werden durch Abdrücken von Modellen hergestellt. Diese Modelle sind entweder aus Holz oder Wachs. Die Wachsmodelle werden durch Ausgießen von Formen gewonnen, die in Gips abgedrückt sind. Die Gipsformen werden durch Abdrücken von Holzmodellen hergestellt. Die Wachsmodelle werden mit Sand umgeben, der durch Zusatz von Leim, Öl, Wasser und Kohlenstaub zu einer plastischen Masse gemacht wird. Diese Masse wird in Kästen gepreßt, die in zwei Teile geteilt sind. Nachdem die Wachsmodelle herausgenommen sind, werden die Kästen wieder zusammengesetzt und in Öfen gebrannt, wodurch der Sand hart wird und das Wachs ausschmilzt. Die Kästen werden dann in Gruben eingegraben, und das flüssige Metall wird in die Formen gegossen. Nachdem das Metall erkaltet ist, werden die Kästen geöffnet und der Sand entfernt. Die Bronzen werden dann mit Feilen und Meißeln bearbeitet und poliert.

Fig. 1. Bronzestatuette des Apollo von Pompeji. Nach Photographie von Alinari.

Digitized by Google

Figure 11. Andrea Lanzani, Tempio Malatestiano, nave, 1451–52, Sigismondo Malatesta in preghiera davanti a San Sigismondo, affresco. Rimini, Tempio Malatestiano. Photo: Scala/Art Resource, NY.

Lanzani's fresco (figure 11) is a case in point. Here, Sigismondo Malatesta kneels in prayer before his namesake, Saint Sigismund, who is accompanied by Saint Sigismund's wife, Saint Gundelberga, and Saint Sigismund's son, Saint Sigerico. Sigismondo Malatesta's wife, Isotta degli Atti, is not present. Instead, Sigismondo Malatesta's mistress, Vanozza de' Cattani, kneels behind him, accompanied by their children, Isabetta and Giovanni. Vanozza de' Cattani's presence in the fresco is unusual, as she was not Sigismondo Malatesta's wife. Her presence in the fresco is also unusual because she is not depicted as a saint. Instead, she is depicted as a donor, kneeling in prayer behind Sigismondo Malatesta. Vanozza de' Cattani's presence in the fresco is also unusual because she is not depicted as a saint. Instead, she is depicted as a donor, kneeling in prayer behind Sigismondo Malatesta. Vanozza de' Cattani's presence in the fresco is also unusual because she is not depicted as a saint. Instead, she is depicted as a donor, kneeling in prayer behind Sigismondo Malatesta.

Copyright © 2014. Routledge. All rights reserved.

im Winter bis weit ins Tropengebiet gelangen lassen. Bei all diesen Massenansammlungen von Tieren fehlt aber jegliche Organisation und jegliches Zusammenwirken der Tiere. Ist die Nahrungsquelle erschöpft, so zerstreuen sie sich eventuell auch wieder, wie das unter ähnlichen Umständen auch gelegentlich in großen Mengen auftretende Landtiere tun: die fäulnisbewohnenden Fliegen und ihre Maden, ebenso Käferarten, Pflanzenschädlinge, welche in großen einheitlichen Kulturen angepflanzte Nutzpflanzen bedrohen, Vogelarten, welche durch solche Insekten angelockt werden.

Daß auch innere Einflüsse zu Massenversammlungen von Tieren führen können, ohne daß mit ihnen ein besonderer Zweck angestrebt wird, zeigt z. B. das Wipfeln der erkrankten Nonnenraupen (Lymantria monacha L.). Wenn diese von der Schlafsucht befallen werden, sammeln sie sich oft in ungeheuren Mengen in den Gipfeln der Fichten und anderer Bäume an, wo sie bald absterben (Abb. 567). Welche Ursachen es sind, welche manche andere Raupen veranlassen, sich in größeren Gesellschaften an einem Ort zu versammeln, ist meist nicht genauer untersucht. Abb. 568 zeigt eine brasilianische Raupenart nach einer von L. Müller am unteren Amazonas aufgenommenen Photographie. Es ist offenbar eine Bombycide. Diese Versammlungen sollen sich nach einigen Tagen wieder auflösen. Vielleicht handelt es sich aber um Vorbereitungen zu gemeinsamer Kokonbildung, wie sie z. B. bei Bombyx radama in Madagaskar vorkommt. Bei dieser Art umschließt die verpuppten Tiere in größerer Anzahl ein großer gemeinsamer Kokonbeutel; die letzteren Erscheinungen leiten uns über oder gehören schon in das Gebiet der Geselligkeitsphänome im Tierreich.

2. Gesellige Tiere.

Schon in dem Kapitel über die Ernährung der Tiere haben wir davon gesprochen, daß manche Tiere die Tendenz haben, allein oder in Paaren zu leben, während andere in größerer Menge nebeneinander zu wohnen lieben. Wir haben gesehen, daß erstere hauptsächlich räuberische Formen sind, welche keine anderen Eindringlinge in ihr Jagdgebiet dulden, während die pflanzenfressenden Tiere zur Geselligkeit neigen. Bei manchen Tieren, so z. B. Wasservögeln, treten zur Brutzeit gesellige Neigungen auf; sie sammeln sich in ungeheuren Mengen auf Brutinseln oder auf den sog. Vogelbergen, um sich nach vollendeter Brut wieder zu zerstreuen. Andere Vögel, wie z. B. Finken und Meisen, leben umgekehrt in der Brutzeit in einzelnen Paaren, während sie nach derselben Scharen bilden, welche auf der Suche nach Futter gemeinsam umherziehen.

Bei vielen niederen und höheren Tieren beruht das gleichzeitige Vorkommen vieler Individuen an einem Ort nur auf der gleichen Abstammung oder auf den äußeren Bedingungen, die im vorigen Abschnitt besprochen wurden. Geselligkeit wird dann nur vorgetäuscht, so z. B. in den Kolonien solitärer Bienen und Wespen, welche oft zu vielen Tausenden eine geeignete Lehm- oder Lößwand mit ihren Nestern besetzen.

Die Brutkolonien der Vögel können bei Uferschwalben, Reihern und Kranichen nach Hunderten von Paaren, bei Salanganen, Pinguinen, Albatrossen, Flamingos, Kormoranen ungezählte Tausende, bei manchen Möven und anderen Seevögeln nach Millionen zählen. In solchen Kolonien bleiben die einzelnen Nester aber stets vollkommen voneinander getrennt, so nahe die Paare auch beieinander brüten mögen. Doch kennen wir einige Vogelformen, bei denen eine gewisse Form von Gemeinschaft uns entgegentritt. Es wird angegeben, daß bei Felsenschwalben (Petrochelidon) (vgl. Abb. 493 S. 601) mehrere Individuen am gleichen Nest arbeiten, doch ist es nicht bekannt, auf welchen Grundlagen

Digitized by Google

Abb. 569. Neſterkolonie des Siedelwebers (Philhetaerus socius (Lath.)) in Deutſch Südweſtafrika.
Nach einer Photographie von Dr. v. Bürkel.

dieſer Mutualismus beruht. Bei Dulus dominicus in St. Domingo hat man oft beobachtet, daß die Neſter verſchiedener Paare, welche dicht nebeneinander bauen, im Verlauf der Bautätigkeit zu einer einheitlichen kugligen Maſſe vereinigt werden. Etwas ganz Ähnliches konnte ich einmal in München bei unſerm gewöhnlichen Sperling beobachten. Es iſt wohl zu vermuten, daß die Neſter der afrikaniſchen ſozialen Vögel, des Siedelſperlings, eines Webervogels, (Philhetaerus socius Lath.) auch durch allmähliche Vereinigung vieler Neſter entſtehen. Es iſt Näheres darüber nicht bekannt. Wie unſere Abbildung (569) aber zeigt, bildet eine ſolche Neſterkolonie ſchließlich ein ungeheures, hausdachähnliches Bauwerk aus Grashalmen und Holzſtückchen, das an Bäumen befeſtigt, weithin ſichtbar iſt.

Früher haben wir ſchon (S. 276) erwähnt, daß die großen Reiſigneſter der Seeadler und Sekretäre gewiſſen Staren, Sperlingen und Seglern Raum zum eigenen Neſtbau gewähren, ſo daß jene ſchwachen Vögel den Schutz des ſtarken Raubvogels genießen.

Ähnlich wie bei den genannten Vögeln iſt auch die Geſelligkeit bei manchen Säugetieren zu beurteilen. Meiſt leben geſellige Säugetiere nebeneinander, weil die Gunſt des Untergrundes, der Futterverhältniſſe uſw. ſie an den gleichen Ort der Siedelung zieht. Vielfach iſt auch Abſtammung von gleichen Eltern und Vorfahren die Veranlaſſung zum nachbarlichen Beiſammenwohnen. Stets iſt aber bei geſelligen Tieren anzunehmen, daß in ihrer Grundveranlagung ein Zug enthalten iſt, welcher das Gemeinſamwohnen erlaubt: ſolche Tiere müſſen verträglich, nicht allzu reizbar und kampfluſtig ſein. Wir finden ſie auch aus dieſem Grund vorwiegend unter den Pflanzenfreſſern. Geſellige Tiere ſind z. B. die Murmeltiere, Bobaks, Präriehunde, Biber, Viscachas — alles Nagetiere. Zwar ſehen wir dieſe Tiere oft nebeneinander leben, ohne ſich viel gegenſeitig umeinander zu kümmern; aber ſelbſt in dieſem Fall können ſie von dem Zuſammenleben Vorteil haben. Wenn in einer Murmeltierkolonie ein Individuum ſeinen Warnungspfiff ertönen läßt, ſo iſt durch ſeine Wachſamkeit die ganze Geſellſchaft gewarnt und zieht ſich in die Bauten zurück. Ebenſo verhalten ſich Präriehunde und Viscachas. Dagegen bei den Bibern kommt es ſchon zu einem organiſierten Zuſammenwirken der Mitglieder einer Kolonie, oft ſogar unter Arbeitsteilung. Durch gemeinſame Arbeit vieler Individuen wird zum Vorteil der ganzen Biberſtadt ein

Digitized by Google

Wandelnde Blätter (Phyllium siccifolium). Männchen und Weibchen in Copula und Eiablage. Die Eier werden einzeln abgelegt und fallen zu Boden. Die Larven schlüpfen nach 3–4 Monaten. Sie sind bereits in der Lage, sich selbst zu ernähren. Die Tiere sind in Südostasien beheimatet. Sie ernähren sich von Blättern. Die Weibchen werden bis zu 7 cm lang, die Männchen bis zu 5 cm. Die Tiere sind sehr gut getarnt und ahmen Blätter nach. Sie sind in der Lage, ihre Farbe zu verändern. Sie können sich auch tot stellen. Die Tiere sind sehr langsam und bewegen sich nur selten. Sie sind sehr scheu und fliehen bei der geringsten Störung. Sie sind sehr empfindlich gegen Kälte und Feuchtigkeit. Sie sind sehr empfindlich gegen Licht und Wärme. Sie sind sehr empfindlich gegen Trockenheit. Sie sind sehr empfindlich gegen Nässe. Sie sind sehr empfindlich gegen Kälte. Sie sind sehr empfindlich gegen Licht. Sie sind sehr empfindlich gegen

mehrere in engem Umkreis beiſammen. Pfade, von den Tieren ausgetreten, verbinden ſie untereinander. Die Tiere beſuchen ſich gegenſeitig, ihre weithin hörbaren Schreie warnen und beruhigen die Nachbarn. Ja, wie ſchon Azara berichtete und Hudſon beſtätigt hat, graben die Nachbarn die Inſaſſen einer verſchütteten oder zugeſchaufelten Viscachakolonie wieder aus.

Geſellige Tiere, welche keine feſte Behauſung beſitzen, ſondern umherziehen, bilden Schwärme oder Herden. Bei Wirbelloſen, abgeſehen von den ſozialen Inſekten, ſind es meiſt nur äußere Urſachen, welche die Tiere in Mengen zuſammenführen; eine Ausnahme machen die Inſtinkte der Begattungs- und Fortpflanzungszeit, deren Wirkungen auf die Wanderungen und Maſſenverſammlungen der Tiere wir früher ſchon beſprochen haben. Bei den Fiſchen dagegen finden wir nicht nur bei vielen Jungfiſchen einen ſpäter erlöſchenden Trieb zur Geſelligkeit, ſondern viele Formen bleiben das ganze Leben hindurch in Schwärmen vereinigt, welche gemeinſam von einem Weidegrund zum andern ziehen. Das iſt z. B. der Fall bei den Heringen, Sprotten, Sardinen und verwandten Formen. Es gilt für viele Friedfiſche des Süßwaſſers, ſo Karpfen, Weißfiſche, insbeſondere die Laube oder Ukelei (Alburnus lucidus), auch Renken, während Hechte z. B. ausgeſprochen ſolitäre Tiere ſind.

Speziell über die Heringsſchwärme verdanken wir Heincke wertvolle Angaben. Ein Heringsſchwarm bildet geradezu ein organiſches Ganzes. Die Tiere ſchwimmen gemeinſam, in einer Richtung, wie von einem gemeinſamen Impuls geleitet. Wie die Züge mancher Vögel iſt der Schwarm in Keilform angeordnet. Größere und ſtärkere Individuen pflegen vorauszuſchwimmen. Nach Day ſollen die Schwärme ſich nachts auflöſen und jedes Individuum allein ſchwimmen, was mir darauf zu deuten ſcheint, daß ihre Erkennungszeichen (vgl. S. 699) optiſcher Natur ſind. Ein Heringsſchwarm entſteht an der Laichſtelle aus einer größeren Anzahl gleichzeitig aus den Eiern ſchlüpfender Jungtiere. Dieſelben halten infolge des Schutzbedürfniſſes zuſammen, und die gemeinſame Nahrungsſuche hält ſie zunächſt noch in der Nähe der Laichplätze. Sie bilden als Brutſchwarm einen ſo-

Abb. 571 Biberbauten im angeſtauten Waſſer. Vorn ein Biber beim Baumfällen.

Digitized by Google

Abb. 572. Vogelberg mit brütenden Lummen. Farneinſeln, Küſte von Northumberland.
(Aus F. M. Chapman, Camps and Cruises of an Ornithologist, Verlag D. Appleton & Co., New York.)

genannten reinen Schwarm, der aus etwa gleichgroßen Individuen derſelben Raſſe, derſelben Altersſtufe, Größe und derſelben Reifeſtufe beſteht. Solche ſind die Regel; ſie ſtellen nach Heincke ſozuſagen eine höhere Einheit des Herings dar. Sie erinnern uns an die ſpäter bei den höheren Wirbeltieren zu beſprechenden Familienherden. Ein reiner Schwarm bleibt zunächſt der Heringsſchwarm noch, wenn er als Jungſchwarm von ſeinem Geburtsort aufbricht. Er miſcht ſich dann mehr und mehr mit gleichgroßen Individuen aus der Nachbarſchaft. Während des Wachstums der Individuen werden manchmal gemiſchte Schwärme gebildet, indem ſich Individuen verſchiedenen Alters und verſchiedener Reife miſchen oder verſchiedene Lokalformen ſich zueinander geſellen, zu denen noch Sprotten von annähernd gleicher Größe kommen können. Miſchſchwärme verdanken ihre Entſtehung meiſt gemeinſamem Nahrungsbedürfnis; ſo gehen in den Wintermonaten große Schwärme von Heringen und Sprotten von verſchiedenem Alter und verſchiedener Herkunft in der Kieler Bucht der Kopepodennahrung nach, andere dringen aus der Nordſee in die Elbmündung. Stets iſt die Miſchung der Formen eine vorübergehende. Zur Laichzeit entſteht wieder als reiner Schwarm der Laichſchwarm, der aus gleichgroßen und gleichreifen Individuen der gleichen Raſſe beſteht, die gemeinſam zum Laichplatz ziehen.

Unter den Amphibien können wir viele Fröſche als geſellige Tiere bezeichnen, obwohl bei ihnen meiſt äußere Urſachen die Vereinigung zahlreicher Individuen am gleichen Ort bedingen. Das gleiche gilt für Reptilien, unter denen wir früher die Echſen der Galapagos-

Digitized by Google

Ost-Gedächtniskirche mit Blick auf die Kaiser-Wilhelm-Gedächtniskirche, 1953. Im Hintergrund das Europa-Center, 1965

Nach der Teilung Berlins 1948 wurde die Stadt zu einem Symbol des Kalten Krieges. Die Blockade durch die Sowjetunion, die Errichtung der Mauer 1961 und die Spaltung der Stadt in Ost- und West-Berlin machten sie zu einem Brennpunkt der Weltpolitik. Die Ost-Gedächtniskirche wurde 1953 als Gegenstück zur Kaiser-Wilhelm-Gedächtniskirche errichtet. Sie ist ein Zeugnis der Nachkriegsarchitektur und der Teilung Berlins. Das Europa-Center, 1965 fertiggestellt, ist ein Symbol des Wiederaufbaus und des Wirtschaftswunders. Es ist ein Beispiel für die Architektur der 1960er Jahre und ein Wahrzeichen des modernen Berlins.

besondere Individuen als Wachtposten aufgestellt haben, deren Warnungsschrei die ganze Gesellschaft zur Flucht veranlaßt. Auch Vögel, deren Geselligkeit weniger stark ausgeprägt ist, zeigen bei Gefahr das Erwachen von sozialen Neigungen. Wenn man einem Teich, auf dem allerlei Wassergeflügel sich tummelt, etwa mit einem Handnetz naht, so vergessen, wie auch Heinroth hervorhebt, die geängstigten Tiere alle Rangordnung und Gehässigkeit untereinander und sammeln sich zu einem enggedrängten Haufen auf der Wasserfläche.

Die Krähen und Dohlen sind auch ein gutes Beispiel für die eigenartigen sozialen Schlafgewohnheiten mancher Vögel. In alten Städten, in denen viele Dohlen im Gemäuer hausen und brüten, pflegen sie außerhalb der Brutzeit in großen Flügen, ich beobachtete z. B. in Burghausen an der Salzach solche von 200—400 Individuen, in ein benachbartes Gehölz zum Schlaf zu ziehen. Vielfach ist ein bestimmter Waldteil lange Zeit hindurch, oft Jahrzehnte, als ständiger Schlafplatz der Art nachgewiesen worden. In Freiburg im Breisgau kann man jetzt noch allabendlich die Krähen von allen Seiten, von den Bergen, von den Feldern der Ebene dem Mooswald zufliegen sehen, wo sie, wie schon Häcker vor 20 Jahren feststellte, seit altersher schlafen.

In Ceylon konnte ich diese Schlafgewohnheiten der Vögel in wahrhaft großartigem Maßstab beobachten. Es war dies im Norden der Insel, wo große Stauseen zur Bewässerung der Reisfelder bestehen. In diesen Stauseen sind Inseln und seichte Stellen, bedeckt mit meist abgestorbenen Bäumen, deren Leben durch das ansteigende Wasser ein Ziel gesetzt wurde. Bei Tag waren viele dieser Bäume mit großen Mengen von fliegenden Hunden besetzt, welche wie birnförmige große Früchte in ihrer charakteristischen Schlafstellung (vgl. Abb. 21 S. 54) an den Ästen hingen. „Wenn sie abends den Platz geräumt haben, beginnt drüben bei den abgestorbenen Bäumen die grandioseste Szene sich zu entwickeln, welche die Tierwelt mir je dargeboten hat. Von allen Seiten rücken Vögel des Dschungels in die Nachtquartiere ein. Von fern her kommen sie alle, die am Tage im Sumpfe gefischt, auf den Seen geschwommen, in den Wäldern gejagt hatten. Nun stehen die alten Stämme dunkel gegen den leuchtenden Himmel; hinter ihnen liegt der schwarze Dschungel. Prachtvoll heben sich von den blauen Schatten der Baumriesen die weißen Reiher ab; wie silbergraues Moos sitzen die Möven auf den Ästen; scharf zeichnen sich die Silhouetten der Raubvögel vom Abendhimmel ab.

Da drüben herrscht jetzt Gottesfriede; die sich am Tage befehdet haben, schlafen jetzt friedlich beieinander. Allerdings die Quartiere der einzelnen Arten sind streng geschieden. Unten im Sumpf stehen die Nachtreiher, über ihnen auf den untersten Ästen der Bäume wohnen die kleinen weißen Reiher, daneben die großen weißen Reiher, etwas weiter rückwärts die kleinen grauen Reiher. Auf der anderen Seite sind die Ibisse, Marabus und Pelikane versammelt; die am weitesten vorgeschobenen kleinen Bäume sind mit Tausenden von Seeschwalben bedeckt. Das wäre aber erst das Erdgeschoß des großen Schlafhauses; das Stockwerk darüber ist mit seltsamen Schlangenhalsvögeln und einer eigenartigen Ente (Dendrocygnus javanicus Horsf.) besetzt. Die obersten Äste der Bäume sind für die Raubvögel reserviert. Da bäumen die Fischadler, die Weißkopfadler und die schönen Brahminenweihen (Haliastur indus Bodd.) auf.

Während die Sonne verschwindet, kommen immer noch Nachzügler herangeflogen, einzeln oder in ganzen Flügen; sie kommen von ihrem Tagewerk, das sie einsam vollbrachten, und sammeln sich hier, als seien sie eine große Familie. Lange kreisen sie hoch oben in der Luft, ehe sie wagen sich niederzulassen. Brausend und mit Geschrei stürzen sie sich nieder,

Digitized by Google

und jeder von ihnen wird mit einem tausendstimmigen Geschrei begrüßt; das ist ein Geschnatter, Gekreische, Heulen und Wimmern, wie ich es nie gehört hatte.

Jetzt wird es immer dunkler, noch schwebt im Zwielicht ein Pelikan wie ein Segelschiff über dem Wasser dahin; sein leichter Körper sinkt kaum ins Wasser ein. Neben ihm streben einige Schlangenhalsvögel hastig schwimmend, dem Nachtquartiere zu. Sobald sie mich sehen, tauchen sie ins Wasser, so daß nur ihre schlangenartigen Hälse in springender Bewegung hervorschauen, während sie angstvoll flüchten." (Zitiert aus des Verfassers „Ostasienfahrt.")

Sehr eigenartig sind die gemeinsamen Schlafgewohnheiten der Rebhühner: diese fliegen bekanntlich in kleinen Trupps, sog. Ketten, die auch nachts gemeinsam schlafen. Dabei bilden die Tiere einen Kreis, in dem sie, nach ihrem zurückgelassenen Kot zu schließen, mit den Köpfen nach außen angeordnet sind, so daß von allen Seiten drohende Gefahr zunächst von einem Individuum bemerkt werden kann. Manche Drosseln, so die im Winter zu uns kommenden Arten, vor allen die sog. Böhämmer (nordische Bergfinken Fringilla montifringilla L.), auch Stare und andere Vögel auf der Wanderschaft schlafen nachts in dichten Reihen auf den Ästen zusammengedrängt. Enten, die in Scharen fischen und nachts dazwischen ein wenig schlafen, tun dies im Schwimmen, indem sie nur mit einem Fuß rudernd in einem engen Kreis umherschwimmen. Manche Vögel bilden beim Schlaf dichte Ballen, indem sie aufeinander sitzen und sich aneinander anklammern, selbst aneinander hängen. Das tun Schwanzmeisen, Artamidae und Mausvögel (Coliidae). Auch Säugetiere klammern sich zum Schlafen aneinander, so manche Affen und besonders die Krallenäffchen Südamerikas. Große Schlafversammlungen bilden die Fledermäuse; besonders zum Winterschlaf finden sie sich in Höhlen, auf Dachböden usw. oft in großen Massen von Hunderten und Tausenden ein. (Vgl. auch die S. 689 erwähnten Schlafversammlungen der fliegenden Hunde.)

Bei den Säugetieren spielt Herdenbildung eine große Rolle. Bei vielen von ihnen erhebt sie sich kaum über die gewöhnlichen Formen der Geselligkeit, wie wir sie früher beschrieben haben, so bei den Wanderherden der Lemminge und wohl auch bei manchen Huftierherden. Doch meist sind enge Beziehungen zum Familienleben erkennbar, so daß wir Familie und Herde bei den Säugetieren im nächsten Abschnitt gemeinsam behandeln wollen.

Die Duldsamkeit und Verträglichkeit, welche gesellige Tiere untereinander zeigen, beweisen sie auch vielfach gegen andere Tiere, welche sie in ihrer Umgebung sich ansiedeln lassen, ohne sie zu vertreiben. Ich erinnere nur an die Schwalben an den Bauten der Viscachas, an die Eulen, welche mit den letzteren und den Präriehunden zusammenleben (vgl. S. 275). Die Vereinigungen verschiedener Tierarten in Herden sind weiter unten besprochen.

In interessantem Gegensatz zu dieser Verträglichkeit steht die merkwürdige Feindschaft mancher Tierarten untereinander. Während sonst Tiere andere nur dann angreifen, wenn sie sie fressen wollen, haben bekanntlich Hund und Katze eine tödliche Feindschaft. Eine solche besteht auch zwischen Jaguar und Puma, Puma und Grizzlybär. Ähnlich sind wohl die Haßäußerungen der Singvögel und Tyranniden S. 699 gegen Raubvögel zu beurteilen. Sie scheinen z. T. auf Instinkten, zum großen Teil aber wohl auch auf Temperamentsäußerungen der Tiere zu beruhen.

3. Familie und Herde.

Eigentliches Familienleben, d. h. längeres Zusammenleben von Eltern und Nachkommen, gibt es wohl nur bei Vögeln und Säugetieren. Es kann in einer ausgeprägten Form nur bei langlebigen Tieren vorkommen, deren Junge eine längere, meist mehr als ein Jahr

Digitized by Google

erfordernde Entwicklungszeit haben und während dieser Zeit auf den engen Anschluß an die Eltern angewiesen sind. So ist denn bei den Vögeln relativ selten ein längeres Zusammenhalten der Paare untereinander und mit ihren Jungen zu beobachten. Eine Vogelgruppe, bei der ein sehr inniges, langdauerndes Familienleben besteht, sind die Anatiden. Auch zur Geselligkeit neigen Schwäne, Gänse und Enten vielfach. Bei Graugänsen z. B. halten nicht nur die Ehegatten untereinander und mit ihren Nachkommen, sondern alle Stücke, die sich gut kennen, treu zusammen. Die Begattung spielt bei diesen Vögeln in Ehe und geselligem Leben keine allzu große Rolle. Auch 2 Männchen schließen sich oft innig aneinander. Die Jungen bleiben bei den Anatiden sehr lange unter der Obhut der Eltern; ja sie sind vielfach von vornherein sehr von deren Führung abhängig und bleiben es bis in das zweite Jahr. Junge von Graugänsen z. B., deren Eltern flugunfähig gemacht sind, begeben sich im Herbst nicht allein auf die Wanderung, sondern bleiben bei den Alten.

Bei den Säugetieren finden wir vielfach ein länger dauerndes Zusammenleben von Vater, Mutter und Kindern; bei Tieren mit langer Entwicklungs- und Wachstumszeit kommt es auch vor, daß Junge aus zwei oder mehr Würfen mit den Eltern gemeinsam leben. Damit ergeben sich schon Ansätze zur Herdenbildung, und zwar zu derjenigen Form von Gemeinschaft, die wir als Familienherde bezeichnen wollen. Solche Familienherden können sich bei monogamen und bei polygamen Tieren bilden, ja sie erschweren es uns vielfach, bei freilebenden Tieren mit Sicherheit zu entscheiden, ob Polygamie oder Monogamie vorliegt. Ein charakteristisches Beispiel hierfür sind die Gazellen (Gazella dorcas L.), bei denen je ein Männchen und ein Weibchen mit ihren Jungen angetroffen werden, während die abgetriebenen Männchen besondere Herden für sich bilden. Auch bei den gewöhnlich größere Herden bildenden Gazellenarten des tropischen Afrika scheint hie und da die Tendenz zur Bildung kleiner Familienherden noch durchzuschlagen z. B. bei Gazella granti. Ein Männchen versammelt auch jeweils bei den Schafen und Ziegen eine polygame Familienherde um sich. Bei den Vicugnas (6—15♀+1♂) und den Bantengrindern (4—6♀+1♂) scheint es ähnlich zu stehen. Dagegen wird angegeben, daß bei Elenantilopen, dem Moschusochsen und einigen anderen Arten sich bei den kleinen Herden oft 2—3 stärkere Männchen befinden. Auch bei den Wildpferden, so den afrikanischen Zebras, ist die polygame Familie die Grundlage der Herde; ein starker Leithengst treibt alle anderen erwachsenen Männchen von seinem Harem weg.

Solche polygame, manchmal auch monogame Familien sind auch vielfach die Scharen der Affen. Bei den Makaken, Pavianen, Meerkatzen, aber auch Schlankaffen (Semnopithecus) und Stummelaffen (Colobus) findet man gewöhnlich die Tiere in größeren Scharen, in denen Männchen, Weibchen und Junge vereinigt sind. Meist dominiert ein altes Männchen, welches auch die Mehrzahl der Weibchen begattet. Sehr starke Männchen halten viele Weibchen in ihrer Herde zusammen, wie wir dies früher auch von den polygamen Robben erfuhren (S. 477). Junge und in der Regel auch mehrere erwachsene Männchen finden sich aber neben dem alten Leitaffen meist in der Herde. Das wird z. B. für die großen Herden der Brüllaffen, Rollschwanzaffen (Cebus), Paviane, Meerkatzen, Schlankaffen (Semnopithecus) und Gibbons (Hylobates) angegeben, ja selbst für die Schimpansen. Beim Hamadryas, dem nordostafrikanischen Pavian, bestehen die Herden oft aus 150 Stück, unter denen sich 10—15 erwachsene Männchen finden. Die Grundlage der Herde scheint stets die Familie zu sein; denn selbst bei sehr geselligen Arten findet man oft kleine Scharen bestehend aus einem Männchen, einem oder mehreren Weibchen und Jungen. Solche reine Familienherden sind scheinbar die Regel bei den Stummelaffen (Colobus), bei einigen Gibbons

Digitized by Google

Abb. 576. Gnus (Connochaetes albojubatus Thn.) und Thomsongazellen (Gazella thomsoni Gthr.) in der Seringetisteppe unter Schirmakazien weidend. Prof. Behn phot.

(Hylobates) und beim Gorilla; sie kommen bei den Schimpansen häufig vor; der Orang wird nach Wallace stets einzeln getroffen, sobald er erwachsen ist, nicht einmal Paare beobachtete er beieinander. Jedoch sah er Junge sowohl in Begleitung eines einzelnen Weibchens als auch eines Männchens. Nur je ein Paar mit den Nachkommen scheint bei den südamerikanischen Krallenäffchen (Hapalidae) zusammenzuhalten. Die schwächeren Männchen einer Affenherde kommen in der Regel nicht zur Begattung, da der Führer, das alte Leitmännchen, eifersüchtig alle Annäherungen überwacht und mit Zähnen und Händen abwehrt. Bei solchen Kämpfen werden kräftigere Männchen oft von der Herde abgetrieben und bilden dann besondere kleinere oder größere Herden für sich, so bei Semnopithecus, Hylobates hulock u. a. Alte Männchen, wohl meist besiegte und vertriebene Leittiere und Familienväter, leben auch als sehr bösartige, griesgrämige Einsiedler, so bei Pavianen, Gorillas usw. Beim Gorilla scheint die Herde nur aus einer polygamen Familie zu bestehen, wie auch aus den von Matschie publizierten Beobachtungen Zenkers hervorgeht, der einen alten Riesen dieser Menschenaffenart in Begleitung mehrerer Weibchen und jüngeren Männchen beobachtete. Beim Umherstreifen wandern die jungen Männchen voraus, dann folgen die Weibchen, der Alte läuft hintenher, „alles beobachtend, indem er sich von Zeit zu Zeit emporrichtet und nach allen Seiten äugt. Merkt er nichts Verdächtiges, so setzt er sich an einen Baumstamm, und die Weibchen bringen ihm nun Früchte heran, die sie ihm zu Füßen legen, dann und wann schmiegen sich zwei an ihn, und er legt seine langen Arme auf ihre Schultern und scherzt mit ihnen unter dem Ausstoßen von knurrenden, kreischenden und quietschenden, zuweilen wie Lachen erklingenden Lauten. Wittert er Gefahr, so trommelt er zunächst leise auf den Wangen, indem er den Mund öffnet und mit der Hand dagegen schlägt. Es ist dies ein Zeichen, um seine Sippschaft zur Flucht aufzufordern. Sobald er irgendein größeres Tier oder einen Menschen erblickt, klopft er mit der Faust auf die Brust in schnellem Wechsel und wendet sich gegen den Feind."

Indem sich an solche Familien einzelne Tiere anschließen, oder durch Kombination solcher Familiengruppen entstehen die großen Herden, wie sie bei Pavianen (Hamadryas und Babuin) 100—200, bei Hylobates hulock 50—100, bei Schimpansen 50, bei Meerkatzen, Schlankaffen, Nasenaffen, Brüllaffen und Rollschwanzaffen 70—100 Individuen umfassen können. In den Herden mittleren und größeren Umfangs wird wohl nicht immer eine vollkommne Fernhaltung der anderen Männchen von den Weibchen möglich sein. Ob aber dabei jedes Männchen seine Weibchen für sich hat oder regellose Vermischung vorkommt, ist unbekannt.

Digitized by Google

Die Bilder sind sämtlich von Photographie Hoffmann in Wien. Eine Ausnahme machen nur die Abbildungen auf Seite 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44,

Abb. 578. Herde von Gnus (Connochaetes albojubatus Thomas) mit Wachtposten auf beiden Seiten. Serigentisteppe Deutsch-Ostafrika. Aufnahme von Prof. Behn.

obengenannten Oryx callotis, Gnus, Gazella thomsoni. Die Trennung der Geschlechter in besonderen Herden haben wir auch bei den Pelzrobben in einer für polygame Tiere besonders charakteristischen Form (S 478) kennen gelernt.

Bei vielen Huftieren bestehen während des größten Teils des Jahres getrennte Herden der Männchen und Weibchen. Die großen Herden des Bison z. B., welche ehemals die nordamerikanischen Prärien bedeckten, bestanden aus gesonderten Stierherden und Kuhherden. Auch innerhalb der Herden hielten sich die Tiere in kleineren Trupps zusammen, die Stiere zu 6—16, die Kühe zu 30 und mehr. Nur zur Paarungszeit wogten die Bestände der getrennten Herden und Gruppen vollkommen durcheinander.

Auch sonst bei Boviden gibt es getrennte Herden, so beim Wisent und Yak. Bei letzterem leben die alten Stiere zu 3—5, die jungen zu 10—12, oft unter Führung eines alten Stiers, die Kühe mit den Kälbern und noch nicht zeugungsfähigen Jungstieren in Herden, die oft 100—1000 Individuen umfassen können. Entsprechend verhalten sich die spanischen Steinböcke (Ibex hispanicus), deren Rudel von oft 100—150 Stück nach Geschlechtern getrennt sind; auch hier leben die jungen Böcke bei den Geißen. Ähnliches finden wir bei den Hirschen; so leben beim Edelhirsch die Weibchen mit den Jungen beiderlei Geschlechts in Rudeln beisammen, während die Männchen in ganz kleinen Trupps sich herumtreiben, oder als alte Kapitalhirsche ein Einsiedlerleben führen. Nur zur Brunstzeit bilden sich größere Herden, in denen sich Gruppen bilden, indem ein altes Männchen sich einen Harem von 6—12 Weibchen erkämpft. Bei ihnen, wie auch beim Damhirsch und den amerikanischen Hirschen werden die jungen Männchen von den alten abgetrieben und bilden zu dieser Zeit kleine Herden für sich.

Bei den Rehen, die sonst in polygamen kleinen Familienherden leben, die aus einem Bock mit 1—3 Geißen und deren Nachkommenschaft bestehen, bilden sich im Winter öfter größere Rudel aus mehreren Familien. Ebenso ist bei den Wildschweinen die Familienherde die Grundlage selbst bei großen Ansammlungen von Individuen.

Sehr eigenartig ist die Herdenbildung beim Gabelbock (Antilocapra americana); hier bestehen im Winter große gemischte Herden, vom September bis März. Dann isolieren sich die alten trächtigen Weibchen, um sich zum Gebären zurückzuziehen, und bleiben dann mit ihren Jungen in kleinen Trupps beieinander; die alten Männchen bilden zu dieser Zeit besondere kleine Rudel für sich, während die jungen noch nicht fortpflanzungsfähigen Männchen und Weibchen größere Herden bilden. Später im Jahr vereinigen sich letztere mit den alten Weibchen und ihrer Brut, und im September stoßen schließlich die alten Männchen wieder zu ihnen.

Digitized by Google

Bei den Kuduantilopen und überhaupt bei fast allen afrikanischen Antilopen, so bei der Grantgazelle (Gazella granti), der Impallah, dem ostafrikanischen Wasserbock (Cobus ellipsiprymnus), scheinen auch, nach den Angaben von Schillings, getrennte Herden vorzukommen. Bei den Herden der Wasserbockweibchen sollen aber immer einige Böcke sich befinden. Bei unsern Gemsen sind auch außer der Paarungszeit die alten Weibchen mit den jungen Weibchen und den jungen Böcken von 1—3 Jahren zu einem Rudel vereinigt, während die alten Böcke einzeln oder in kleinen Gruppen von höchstens 2—3 umherwandern.

Wir müssen also nach den bisher bekannten Tatsachen zwischen der Familienherde und der sozialen Herde unterscheiden; die erstere ist eine herangewachsene Familie, die letztere verdankt den geselligen Trieben der betreffenden Tierart ihre Entstehung; an eine kleine Gruppe von Individuen schließen sich die andern an, um die Vorteile des Futterfindens, des Wassersuchens, der gemeinsamen Verteidigung zu genießen. Die soziale Herde kann aus vielen Familengruppen oder aus Einzelindividuen verschiedener Abstammung zusammengesetzt sein. Auch schließen sich Herden, welche ihr Leittier verloren haben, eventuell geschlossen einer anderen Herde an, besonders die verwitweten Weibchen einer polygamen Herde; so hat man dies bei den Zebras beobachtet, wenn der Leithengst einer Herde von einem Raubtier getötet war. Nur die soziale Herde erzeugt die ungeheuren Massenversammlungen von Tieren, wie wir sie bei den Bisons Nordamerikas, bei den Steppentieren Afrikas und Zentralasiens vertreten finden. Aber selbst in den sozialen Herden spielen vielfach besondere Umstände bei der Aufnahme einzelner Individuen mit. Unter den Vögeln bilden z. B. die Gänse in der Regel Scharen oder Herden, welche meist aus Familiengruppen bestehen, denen sich einzelne männliche und weibliche Tiere anschließen. Es dauert oft wochenlang, bis ein solches Tier im sozialen Verband aufgenommen und als Freund behandelt wird. Ähnliche Prüfungszeiten, in denen sie mit Mißtrauen behandelt werden, müssen auch Säugetiere vor der Aufnahme in Herden vielfach durchmachen.

Die Bedingungen zur Entwicklung einer Organisation des sozialen Gebildes sind in einer Familienherde viel leichter gegeben als in einer sozialen Herde. Viel leichter entwickelt sich in ihr Arbeitsteilung und Unterordnung unter die Autorität eines Individuums. Die alten Tiere, von denen die Jungen abstammen, von denen diese alle Lebenserfahrung gelernt und übernommen haben, sind da die natürlichen Leiter. Bald ist ein Männchen, bald ein Weibchen der Führer der Herde. Männchen finden wir als Führer der Herde bei den Rudeln der Schakale, bei Wildschweinen, unter den Ziegen als große Ausnahme bei der nordamerikanischen Schneeziege (Haploceros), beim Mufflon (Ovis musimon), bei den Hartebeests (Bubalis caama u. a.) und wahrscheinlich einigen anderen Antilopenarten, beim Huanaco, bei dem außerdem gesonderte Herden von jungen ♂ und ♀ bestehen, den Vicugnas, die in Rudeln von 6—15 ♀ mit nur einem ♂ vorkommen, und schließlich bei vielen Asien. Der Führer, der oft der hartnäckigste Verteidiger seiner Schutzbefohlenen ist, ist meist ein altes, starkes Männchen, mit hochentwickelten Sinnesfähigkeiten, vorzüglicher Aufmerksamkeit und sehr kampflustig. Diese Kampflust gilt zum Teil den anderen Männchen der eigenen Art, denen jeder Zutritt zur Herde verweigert wird, die außer erwachsenen Weibchen junge Männchen und Weibchen umfassen kann.

Die Weibchen scheinen bei fast ebenso vielen Formen Führer der Herden zu sein, die allerdings nur außerhalb der Brunstzeit unter ihrer Autoriät stehen. Ein altes, starkes und mit besonderen Eigenschaften bevorzugtes Weibchen führt die Herde bei Hirschen, Gemsen, den westafrikanischen Wasserböcken und manchen anderen Antilopen, bei den meisten Wildziegen und Wildschafen und den Elefanten. Bei all diesen Formen behält das alte Weib-

Digitized by Google

Kap-Büffel (Bubalus caffer). Nach Photographie.

lunge bald ein Bock bald ein Weibchen die Herde zu führen

Selten sind Herden, in denen zwei bis drei alte Männchen sind; solches wird angegeben für den Wasserbock in Ost und Zu die zu 8—10 mit höchstens zwei Männchen leben und manch Moschusochsen (Ovibos moschatus).

Sehr bezeichnend für die geselligen Neigungen der Jung der Jungen, vor allem der in Kämpfen mit den Alten sonderten Herden, z. B. bei Hirschen, Antilopen Bisons

Die Arbeitsteilung in solchen Herden unter leitende steht meist darin, daß jenes die Bewachung und übernimmt. Es warnt durch seinen Ruf vor Gefahren, und zu geeigneten Futterplätzen. Es repräsentiert ein begabtes, gesundes und kräftiges Tier und sich die andern unter, folgen dann aber auch ohne nur an die Leithämmel der Schafherden Lassen keiten nach, so muß der Führer Land gut die Führerrolle treten, was bei den Arten mit männlichen

Auch bei den großen sozialen Herden vor, besonders indem, z. B. bei Gnus und besondere Individuen als Wächter abseits der Ruhe stehen oder Wasser trinken, jede herannahe den gemischten Herden dürfen bei der Flucht die chen nachfolgen und sozusagen die Flucht ostafrikanischen Wasserbock (Cobus ellip granti an

Auch organisiertes Handeln kennen die Jagdmethoden der Wildhunde erweisen hunde, Buansas und Kolkuns, überwinden. Bekannt ist die mit dem Tiger gegeben hat, und auf Beobachtungen basiert. Bei den zur Verteidigung bedrängte Herden viele der größeren Antilopen sowie rede oder eine Art von Carré,

Abb. 579. Moſchusochſen in Schlachtreihe. Nach Nordenſkjöld.

chen nicht nur ſeine männlichen und weiblichen Nachkommen, ſondern auch die anderen Weibchen der polygamen Familie ſamt deren Nachkommen unter ſeiner Führung, während die Männchen entweder einzeln oder in kleineren oder größeren Trupps die Zwiſchenbrunſtzeit verleben. Bei den Kuhantilopen (Bubalis cokei Gthr) ſcheint nach den Angaben von Schillings bald ein Bock bald ein Weibchen die Herde zu führen.

Selten ſind Herden, in denen zwei bis drei alte Männchen als Führer zu beobachten ſind; ſolches wird angegeben für den Waſſerbock in Oſt- und Südafrika, für Elenantilopen, die zu 8—10 mit höchſtens zwei Männchen leben und manche andere Huftiere, ſo z. B. den Moſchusochſen (Ovibos moschatus).

Sehr bezeichnend für die geſelligen Neigungen der betreffenden Arten iſt die Vereinigung der jungen, vor allem der in Kämpfen mit den alten abgetriebenen Männchen zu beſonderen Herden, z. B. bei Hirſchen, Antilopen, Vicugnas, Büffeln uſw.

Die Arbeitsteilung in ſolchen Herden unter leitender Führung eines Individuums beſteht meiſt darin, daß jenes die Bewachung und Leitung, auch die Verteidigung der Herde übernimmt. Es warnt durch ſeinen Ruf vor Gefahren, es führt zum Waſſer, zur Salzlecke und zu geeigneten Futterplätzen. Es repräſentiert die geſamte Erfahrung der Herde; nur ein begabtes, geſundes und kräftiges Tier wird Leiter einer Herde; nur einem ſolchen ordnen ſich die andern unter, folgen dann aber auch ohne Zögern ſeiner Führung. Ich erinnere nur an die Leithämmel der Schafherden. Laſſen ſeine Sinnesorgane, ſeine Kräfte und Fähigkeiten nach, ſo muß der Führer baldigſt die Führerſtelle einem geeigneteren Individuum abtreten, was bei den Arten mit männlichen Führern der Herde nicht ohne Kampf abgeht.

Auch bei den großen ſozialen Herden, welche keine Führer haben, kommt Arbeitsteilung vor, beſonders indem, z. B. bei Gnus und anderen Antilopen, bei Affen, Wildſchafen uſw. beſondere Individuen als Wächter abſeits der Herde ſich aufſtellen, um, während jene in Ruhe freſſen oder Waſſer trinken, jede herannahende Gefahr ſignaliſieren zu können. Bei den gemiſchten Herden dürfen bei der Flucht die Weibchen vorauslaufen, während die Männchen nachfolgen und ſozuſagen die Flucht decken; ſolches gibt Schillings z. B. für den oſtafrikaniſchen Waſſerbock (Cobus ellipsiprymnus) und die Grantgazelle (Gazella granti) an.

Auch organiſiertes Handeln können Herdentiere aufweiſen: wir haben früher ſchon die Jagdmethoden der Wildhunde erwähnt (S. 185). Wölfe, aber auch die kleinen Wildhunde, Buanſas und Kolſuns, können im gemeinſamen Angriff weit überlegene Feinde überwinden. Bekannt iſt die Schilderung, welche Kipling vom Kampf der Kolſuns mit dem Tiger gegeben hat, und welche nicht ſeiner Phantaſie entſprungen iſt, ſondern auf Beobachtungen baſiert. Bei den Pflanzenfreſſern erfolgt das gemeinſame Handeln zur Verteidigung; bedrängte Herden von Wildrindern, z. B. Yaks, Biſons, Büffeln, ferner viele der größeren Antilopen ſowie Moſchusochſen bilden beim Angriff eine Schlachtreihe oder eine Art von Carré, in dem die erwachſenen verteidigungsfähigen Tiere, vor

Digitized by Google

Digitized by Google

allem Männchen und alte Weibchen die Front bilden, während tragende und säugende Weibchen sowie die Jungen in die Mitte genommen werden (Abb. 579). Ähnliches berichtet Schillings von afrikanischen Elefanten.

Solches organisiertes Zusammenwirken ist auch von Vögeln bekannt, das gemeinsame Jagen der Raubvogelpaare (S. 184), das organisierte Fischen der Pelikane und Kormorane, welche zu mehreren in einer Bucht im Halbkreis Fische zusammentreiben, um sie dann erst, wenn es lohnt, zu fressen. Ähnlich ist die Heuschreckenjagd der Störche und Marabus zu beurteilen. Nach Sewerzow jagen auch die weißschwänzigen Adler (Haliaëtus albicilla) gemeinsam. Organisiertes Zusammenwirken zeigt sich auch, wenn die Singvögel in großen Scharen eine Eule verfolgen und anschreien, wenn die Krähen den Uhu überfallen und beschimpfen, wenn die südamerikanischen Tyranniden einen Adler oder Falken in die Flucht treiben. Wächter, ähnlich wie wir sie bei den Huftieren und Affen kennen lernten, stellen auch Vögel auf, so Krähen, Dohlen usw.; wenn ein Flug von Adlern (Haliaëtus albicilla) beim Fressen ist, wachen immer einige Individuen an erhöhten Stellen der Umgebung, erst die jungen, und wenn diese mit dem Fressen an der Reihe sind, die alten. Bei dem kalifornischen Specht Melanerpes wirken ganze Flüge zusammen, um Nahrungsvorräte anzulegen, indem sie in Baumrinde Löcher hacken und in diese Eicheln hineinstecken; es ist nicht sicher, ob sie diese selber oder die dadurch angelockten Insekten fressen. Jedenfalls kehrt der ganze Flug erst nach Wochen zurück, um an den Bäumen von den Vorräten zu fressen (vgl. hierzu auch S. 140).

Herdentiere und manche gesellige Tiere zeigen sich sehr duldsam gegen andere Tiere, welche sich in ihrer Gesellschaft oder in und an ihren Bauten aufhalten. Wir haben früher schon von solchen Formen gehört (S. 275 und S. 691). Besonders bemerkenswert sind solche Gemeinschaften bei Herdentieren. So leben Strauß und Zebras oft, man kann sagen, in einer gemeinsamen Herde; ebenso viele der afrikanischen Antilopenarten untereinander, mit Zebras, Straußen, Giraffen usw. In Ostafrika trifft man häufig Grants Gazelle mit Gnus, Zebras und ev. Giraffen zusammen (vgl. Taf. XIII). In Südamerika schließen sich die Rollschwanzaffen der Gattung Cebus gern einzeln oder in kleinen Gruppen den Scharen anderer Affenarten an. In solchen kombinierten Herden leben die Tiere in ähnlicher Weise zusammen wie die Familiengruppen in den sozialen Herden. Daß die Gemeinsamkeit für die Tiere einen gegenseitigen Nutzen bringen kann, der geradezu an ein Symbioseverhältnis erinnert, hat Schillings an sehr lehrreichen Beispielen gezeigt. Er fand oft Giraffen und Elefanten gemeinsam in den lichten Akazienwäldern äsend, kleine Herden bildend. Es fiel ihm auf, daß die gut sehenden Giraffen mit ihren langen Hälsen sozusagen den Gesichtssinn in der Interessengemeinschaft repräsentierten, während die Elefanten mit ihrem scharfen Gehör alle verdächtigen Töne registrierten. Die Warnungslaute der einen Tierart wurden von der andern richtig verstanden, beide richteten sich in ihren Handlungen nach den Wahrnehmungen ihrer Partner. So finden wir überhaupt, daß viele Tierarten, besonders höhere Formen und unter ihnen vor allem gesellige und herdenbildende Arten sich untereinander verstehen. Der Warnungsruf des Nußhähers oder Würgers wird von vielen Vögeln des Waldes gehört und verstanden.

Die geselligen und herdenbildenden Tiere bedürfen mehr als solitäre Formen der Verständigungsmittel; so kann es nicht verwundern, daß wir bei ihnen leicht und öfter Anzeichen von solchen beobachten können. Als zusammengehörig erkennen sich viele von ihnen, vor allem Säugetiere mit Hilfe des Geruchssinns. Die gleichen Drüsen, welche im Dienste des Geschlechtslebens stehen, und manche andern dazu, produzieren riechende Stoffe, welche

Digitized by Google

Plate 19: Architecture. Ancient architecture in Rome: (1) Temple of Vesta, Tivoli, 1st century BC; (2) Temple of Fortuna Virilis, Rome, 1st century BC; (3) Temple of Hercules Victor, Rome, 2nd century BC; (4) Temple of Portunus, Rome, 1st century BC; (5) Temple of Saturn, Rome, 5th century BC; (6) Temple of Castor and Pollux, Rome, 6th century BC; (7) Temple of Antoninus and Faustina, Rome, 2nd century AD; (8) Temple of Concord, Rome, 4th century BC; (9) Temple of Jupiter Stator, Rome, 4th century BC; (10) Temple of Vespasian, Rome, 1st century AD; (11) Temple of Apollo Sosianus, Rome, 5th century BC; (12) Temple of Jupiter Capitolinus, Rome, 6th century BC; (13) Temple of Minerva Medica, Rome, 3rd century AD; (14) Temple of Bacchus, Rome, 4th century AD; (15) Temple of Venus Genetrix, Rome, 1st century BC; (16) Temple of Mars Ultor, Rome, 1st century BC; (17) Temple of Jupiter Optimus Maximus, Rome, 1st century BC; (18) Temple of Venus and Roma, Rome, 2nd century AD; (19) Temple of Jupiter Tonans, Rome, 1st century BC; (20) Temple of Saturn, Rome, 5th century BC; (21) Temple of Vesta, Rome, 1st century BC; (22) Temple of Castor and Pollux, Rome, 6th century BC; (23) Temple of Antoninus and Faustina, Rome, 2nd century AD; (24) Temple of Concord, Rome, 4th century BC; (25) Temple of Jupiter Stator, Rome, 4th century BC; (26) Temple of Vespasian, Rome, 1st century AD; (27) Temple of Apollo Sosianus, Rome, 5th century BC; (28) Temple of Jupiter Capitolinus, Rome, 6th century BC; (29) Temple of Minerva Medica, Rome, 3rd century AD; (30) Temple of Bacchus, Rome, 4th century AD; (31) Temple of Venus Genetrix, Rome, 1st century BC; (32) Temple of Mars Ultor, Rome, 1st century BC; (33) Temple of Jupiter Optimus Maximus, Rome, 1st century BC; (34) Temple of Venus and Roma, Rome, 2nd century AD; (35) Temple of Jupiter Tonans, Rome, 1st century BC; (36) Temple of Saturn, Rome, 5th century BC; (37) Temple of Vesta, Rome, 1st century BC; (38) Temple of Castor and Pollux, Rome, 6th century BC; (39) Temple of Antoninus and Faustina, Rome, 2nd century AD; (40) Temple of Concord, Rome, 4th century BC; (41) Temple of Jupiter Stator, Rome, 4th century BC; (42) Temple of Vespasian, Rome, 1st century AD; (43) Temple of Apollo Sosianus, Rome, 5th century BC; (44) Temple of Jupiter Capitolinus, Rome, 6th century BC; (45) Temple of Minerva Medica, Rome, 3rd century AD; (46) Temple of Bacchus, Rome, 4th century AD; (47) Temple of Venus Genetrix, Rome, 1st century BC; (48) Temple of Mars Ultor, Rome, 1st century BC; (49) Temple of Jupiter Optimus Maximus, Rome, 1st century BC; (50) Temple of Venus and Roma, Rome, 2nd century AD; (51) Temple of Jupiter Tonans, Rome, 1st century BC; (52) Temple of Saturn, Rome, 5th century BC; (53) Temple of Vesta, Rome, 1st century BC; (54) Temple of Castor and Pollux, Rome, 6th century BC; (55) Temple of Antoninus and Faustina, Rome, 2nd century AD; (56) Temple of Concord, Rome, 4th century BC; (57) Temple of Jupiter Stator, Rome, 4th century BC; (58) Temple of Vespasian, Rome, 1st century AD; (59) Temple of Apollo Sosianus, Rome, 5th century BC; (60) Temple of Jupiter Capitolinus, Rome, 6th century BC; (61) Temple of Minerva Medica, Rome, 3rd century AD; (62) Temple of Bacchus, Rome, 4th century AD; (63) Temple of Venus Genetrix, Rome, 1st century BC; (64) Temple of Mars Ultor, Rome, 1st century BC; (65) Temple of Jupiter Optimus Maximus, Rome, 1st century BC; (66) Temple of Venus and Roma, Rome, 2nd century AD; (67) Temple of Jupiter Tonans, Rome, 1st century BC; (68) Temple of Saturn, Rome, 5th century BC; (69) Temple of Vesta, Rome, 1st century BC; (70) Temple of Castor and Pollux, Rome, 6th century BC; (71) Temple of Antoninus and Faustina, Rome, 2nd century AD; (72) Temple of Concord, Rome, 4th century BC; (73) Temple of Jupiter Stator, Rome, 4th century BC; (74) Temple of Vespasian, Rome, 1st century AD; (75) Temple of Apollo Sosianus, Rome, 5th century BC; (76) Temple of Jupiter Capitolinus, Rome, 6th century BC; (77) Temple of Minerva Medica, Rome, 3rd century AD; (78) Temple of Bacchus, Rome, 4th century AD; (79) Temple of Venus Genetrix, Rome, 1st century BC; (80) Temple of Mars Ultor, Rome, 1st century BC; (81) Temple of Jupiter Optimus Maximus, Rome, 1st century BC; (82) Temple of Venus and Roma, Rome, 2nd century AD; (83) Temple of Jupiter Tonans, Rome, 1st century BC; (84) Temple of Saturn, Rome, 5th century BC; (85) Temple of Vesta, Rome, 1st century BC; (86) Temple of Castor and Pollux, Rome, 6th century BC; (87) Temple of Antoninus and Faustina, Rome, 2nd century AD; (88) Temple of Concord, Rome, 4th century BC; (89) Temple of Jupiter Stator, Rome, 4th century BC; (90) Temple of Vespasian, Rome, 1st century AD; (91) Temple of Apollo Sosianus, Rome, 5th century BC; (92) Temple of Jupiter Capitolinus, Rome, 6th century BC; (93) Temple of Minerva Medica, Rome, 3rd century AD; (94) Temple of Bacchus, Rome, 4th century AD; (95) Temple of Venus Genetrix, Rome, 1st century BC; (96) Temple of Mars Ultor, Rome, 1st century BC; (97) Temple of Jupiter Optimus Maximus, Rome, 1st century BC; (98) Temple of Venus and Roma, Rome, 2nd century AD; (99) Temple of Jupiter Tonans, Rome, 1st century BC; (100) Temple of Saturn, Rome, 5th century BC.

Abb. 581. Herden von Gnus (Connochaetes albojubatus Thomas) (hintere Reihe) und Thomſon-Gazellen (Gazella thomsoni Günther) (vordere Reihe) um Mittag zur Tränke ziehend. Aufnahme von Prof. Behn in der Seringetiſteppe Deutſch-Oſtafrika.

blick reagieren nicht nur Kaſarkas ſelber, ſondern alle Entenarten mit ähnlichen Abzeichen, indem ſie Locktöne hören laſſen, eventuell im Flug ſich anſchließen. Auch der metalliſch glänzende Spiegelfleck auf den Flügeln vieler Entenarten hat nach demſelben Autor die gleiche Bedeutung.

Wichtiger als die bisher beſprochenen Verſtändigungsmittel ſind für alle geſelligen Tiere die von ihnen hervorgebrachten Laute. Wir haben früher ſchon ausführlich die Rolle beſprochen, welche die Hervorbringung von Tönen für das Geſchlechtsleben der Tiere ſpielt. Wir ſahen damals, daß die Stimmen der Tiere ebenſo wichtig für die Beziehungen der beiden Geſchlechter zueinander wie für die Beziehungen der Alten zu ihren Jungen ſind. Schon bei relativ niederen geſelligen Tieren ſehen wir nun Laute, ſo das Summen und Zirpen mancher Inſekten, beſonders dann hervorgebracht, wenn die Tiere in größeren Scharen beieinander ſind. Und zwar ſummen auch Scharen, welche ausſchließlich aus männlichen Bienen oder Fliegen beſtehen, ſo daß man wohl vermuten kann, daß der Schwarm zum Teil durch die Tonerzeugung zuſammengehalten wird. Am charakteriſtiſchſten ſind nun ſolche Lautäußerungen bei den Vögeln und Säugetieren mit dem geſelligen Leben verknüpft. Bei den ſchwarmbildenden Vögeln ſind Lockrufe, mit denen ſich die zerſtreuten Individuen zuſammenfinden, Warnrufe mit denen ein aufmerkſames Exemplar die ganze Schar warnt, eine ganz regelmäßige Erſcheinung. Wir haben auch allen Anlaß anzunehmen, daß beſondere Laute andeuten, wenn Futter oder Waſſer gefunden iſt, beſondere Laute Beruhigung unter den Genoſſen verbreiten. Unſer Ohr belehrt uns darüber, daß tatſächlich die geſelligen Vögel viele und verſchiedenartige Laute hervorbringen. Die Handlungsweiſe der Tiere ſelbſt zeigt uns, daß die Laute eine verſchiedene Wirkung auf ſie haben. Auf einen Lockton kommen ſie herbei, auf einen Warnruf fliegen ſie davon. Die Laute, welche einzelne Tierindividuen hervorbringen, haben ſogar für unſer Ohr perſönliche Nuancen; junge Vögel erkennen ſelbſt aus einer großen Schar heraus ihre Eltern an der Stimme. Daß ihr Ohr tatſächlich geeignet iſt, ſehr verſchiedenartige Töne und Nuancen aufzunehmen, das können wir daraus ſchließen, daß ſo viele Vögel Laute, die ſie in der Natur hören, nachahmen, daß ſie gegenſeitig ihren Geſang voneinander lernen, ja daß ſie vom Menſchen ihnen vorgepfiffene Melodien behalten und nachſingen; manche Vögel können ſogar menſchliche Worte ſprechen lernen und behalten, und es kann kein Zweifel exiſtieren, daß ſie mit ſolchen von

Digitized by Google

ihnen hervorgebrachten Lauten bestimmte Vorstellungen verknüpfen. Es deutet unzweifelhaft auf einen gesetzmäßigen Zusammenhang, daß es gerade gesellige Vögel sind, wie Papageien und Raben, welche man am leichtesten an den Menschen gewöhnt, zähmt und dressiert, zum Gehorchen auf menschliche Worte und zum Nachsprechen von Worten und Sätzen der menschlichen Sprache bringt.

Auch die Säugetiere, mit deren Zähmung der Mensch die besten Resultate erzielt hat, und welche dazu dressiert werden können, auf bestimmte Worte bestimmte Handlungen auszuführen, gehören ausschließlich zu den geselligen und herdenbildenden Tieren. Es erscheint mir unzweifelhaft, daß die Tiere, welche imstande sind, mit den verschiedenen Lauten der menschlichen Sprache so verschiedene Vorstellungen zu verbinden, wie Hunde und Pferde, die auf bestimmte Befehle gewisse Handlungen ausführen, von Natur aus ein Gehör haben müssen, das vorbereitet ist für das Erlernen einer Sprache. Mit anderen Worten, wir müssen annehmen, daß solche Tiere eine Sprache besitzen. Es wird dies auch seit jeher angenommen, man hat nie daran gezweifelt, daß das Winseln und Heulen eines Hundes Schmerz, daß sein Bellen je nach Kraft und Ausdruck Freude, Drohung und Angst verraten kann. Ich glaube, daß die Sprache der Hunde über noch viel mehr Ausdrucksmöglichkeiten verfügt. Es braucht diese Sprache ebensowenig wie beim Menschen, bei Hunden, Pferden, Antilopen und anderen Herdentieren ausschließlich aus Lauten zu bestehen. Eine große Rolle spielt in ihr jedenfalls die Fülle von Ausdrucks- und Signalbewegungen, über welche diese Tiere verfügen. Alle jene Vorgänge, die wir in den vorangehenden Abschnitten als Mittel der Mitteilung bei den Tieren besprochen haben, können Bestandteile ihrer Sprache sein. Wer einmal einen dressierten Menschenaffen, so z. B. das gegenwärtig im Frankfurter Zoologischen Garten gehaltene junge Schimpansenweibchen, beobachtet hat, wie es auf ein ganz bestimmtes gesprochenes Wort hin eine Handlung ausführt, also z. B. sich auszieht, aufs Rad steigt, das Gewehr holt, der zweifelt nicht daran, daß das Tier gelernt hat, mit dem Wort eine bestimmte Vorstellung zu verknüpfen. Noch weniger wird ein solcher Zweifel auftauchen, wenn man sieht, wie ein Hund seine Freude zu erkennen gibt, wenn man z. B. das Wort „spazierengehen" ausspricht, oder wie die Schimpanse grinst und zappelt, wenn der Wärter „spielen" zu ihr sagt. Gerade die „Sprache" der Affen ist besonders reich an Ausdrucksmitteln; wenn auch die Versuche zum Studium der Affensprache, von denen in den letzten Jahren hie und da bizarre Meldungen durch die Presse gingen, bisher nicht wissenschaftlich genug waren, um Resultate zu bringen, so ist doch nicht daran zu zweifeln, daß es möglich sein muß, sie zu erforschen.

Wir haben also allen Grund anzunehmen, daß speziell die geselligen Tiere über ein Mitteilungsvermögen, über eine Sprache verfügen. Am Schluß des nächsten Kapitels werden wir zu dem Ergebnis kommen, daß auch bei den staatenbildenden Insekten ein solches Mitteilungsvermögen besteht. Die Möglichkeit, miteinander in derartige Kommunikation zu treten, scheint mir zwar durch die sozialen Beziehungen der Tiere auf eine höhere Stufe entwickelt worden zu sein; ich vermute aber, daß die Fähigkeit zu einer gegenseitigen Verständigung eine der Voraussetzungen für die Bildung von sozialen Gemeinschaften im Tierreich gewesen ist.

Digitized by Google

Digitized by Google

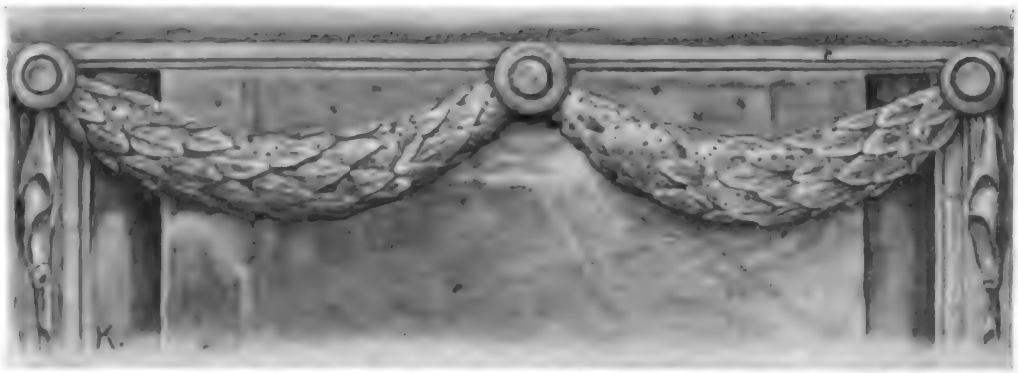


Abb. 582. Ornament eines Gedenksteins bei Opcina im Küstenland; erfüllt von Bauten der umherschwirrenden Mauerbienen (Chalicodoma muraria). Orig. nach der Natur.

8. Kapitel.

F. Die staatenbildenden Insekten.

1. Ursprung der Insektenstaaten.

Genossenschaften, die wir mit einigem Recht als Staaten bezeichnen können, kommen im Tierreich nur bei den Insekten vor. Es ist nun sehr merkwürdig, daß sie in dieser großen Tiergruppe bei zwei Abteilungen auftreten, von denen die eine zu den niedersten, die andere zu den höchsten Insekten gehört. Wir finden Staatenbildung von größter Komplikation bei den Termiten, Tieren, welche man in der Regel den Pseudoneuropteren oder den Orthopteren einreiht. Jedenfalls handelt es sich um Insekten mit unvollkommener Metamorphose, welche auch in ihren gesamten Bauverhältnissen sich deutlich als niedere Insekten erweisen. Außerdem kommen Staatenbildungen nur bei den Hymenopteren vor, den Bienen, Wespen und Ameisen; es sind dies Insekten mit vollkommener Metamorphose und einer in jeder Beziehung hochdifferenzierten Organisation. Die geringen Ansätze zur Bildung von Genossenschaften, die wir z. B. früher bei den pilzzüchtenden Borkenkäfern (vgl. S. 60 ff.) kennen lernten, brauchen wir hier gar nicht zu berücksichtigen.

Am besten gehen wir zur Betrachtung der Insektenstaaten von den Bienen aus, bei denen noch gegenwärtig existierende Formen uns die Stufenleiter andeuten, auf der sich das Staatenleben bei diesen Insekten entwickelt haben mag. Unzweifelhaft steht die Staatenbildung in einem engen Zusammenhang mit den Brutpflegegewohnheiten. Das Pflegen und Unterbringen der Brut am geeigneten Platze, die Sammeltätigkeit zum Zweck der Bruternährung und die Baukunst, welche sich beim Verfertigen der Nester zeigt, sind die Eigenschaften, welche wir zwar schon bei solitären Insekten in hoher Vollkommenheit kennen gelernt haben, welche aber bei den sozialen Formen eine immer höhere Ausbildung erfahren. Wir haben im Kapitel über Brutpflege die Sammelmethoden der solitären Wespen bereits besprochen und werden später auf die engen Beziehungen zu den Gewohnheiten der sozialen Wespen zurückkommen. Wir haben uns damals die Betrachtung der Lebensgewohnheiten solitärer Apiden aufgehoben, um sie im Zusammenhang des vorliegenden Kapitels zu erörtern.

Auf der ganzen Erde sind bisher über 8000 Bienenarten beschrieben worden. Fast alle sind solitäre Formen, und nur ganz wenige Gattungen bilden Staaten. Wie wir das von der Mehrzahl der andern Tiere schon kennen gelernt haben, so führen auch diese soli-

Digitized by Google

tären Bienen ein absolut einsames Leben. Sie mögen nebeneinander fliegen, sammeln, bauen, sie bleiben in tiefster Einsamkeit; keine Beziehungen knüpfen sich zwischen ihnen an außer jenen, welche zur Fortpflanzungszeit auf kurze Minuten oder Stunden die Männchen und Weibchen miteinander vereinigen. Ja selbst die Nachkommenschaft, für welche die Mutter eine solche unendliche Fülle von Fleiß, Arbeit und Sorge aufwendet, lernt sie in der Regel überhaupt nicht kennen, da sie vor deren Ausschlüpfen bereits selbst gestorben ist.

Eine solche solitäre Biene wollen wir bei ihren Tätigkeiten beobachten, ehe wir das Leben der vermittelnden und der ausgesprochen sozialen Formen betrachten. Wenn das Korn heranwächst, dann kann man auf unsern Feldern eine mittelgroße dunkle Biene umherfliegen sehen, welche in den Erdboden eine kleine Grube wühlt. Es ist das Osmia papaveris, die Mohnbiene. Sie verfertigt eine senkrecht in den Boden sich erstreckende, etwa urnenförmige Höhle von zirka 2 cm Tiefe. Sie wühlt sich in den Boden ein und schafft die Erde aus dem entstehenden Raum mit ihren Mandibeln heraus. Ist die Grube geformt und geglättet, so putzt die Biene aufs sorgfältigste ihren Körper ab und erhebt sich in die Luft, um den Feldern zuzufliegen. Dort wird sie von den weithin leuchtenden Blütenblättern des roten Mohns angezogen. Sie setzt sich auf eine Blüte rittlings an den Rand eines Blumenblattes. Dann beginnt sie mit ihren Kiefern wie mit einer Schere sorgsam ein annähernd kreisförmiges Stück aus dem letzteren herauszuschneiden. Hat sie es losgetrennt, so packt sie es mit ihren Kiefern und gleichsam darauf reitend, schwirrt sie durch die Luft, von ihrem wunderbaren Ortssinn geleitet, zu der vorher gegrabenen Urne zurück. Dort verwendet sie das Blatt als Wandbekleidung. Sie fliegt nun hin und wieder, bis sie genügend solche Blattstücke eingesammelt hat, um das ganze Innere der Höhlung auszutapezieren. Hat sie nun ihre Kinderwiege in dieser Weise mit schönen roten Polstern versehen, so macht sie sich daran, den Nahrungsvorrat einzutragen. Wieder erhebt sie sich in die Luft, wieder fliegt sie zu den Feldern, aber nun ist es ein anderes Farbensignal, welches ihre Flugrichtung bestimmt. Sie summt nun zu den blauleuchtenden Blüten der Kornblume hin. Hier sammelt sie zunächst mit Hilfe ihres Sammelapparates den gelben Pollen und trägt eine Portion nach der andern in die Nestgrube. Sie bürstet sie dort aus ihrem an der Bauchseite befindlichen Haarkleid (vgl. S. 112) heraus und legt eine Lage nach der andern auf den Boden der Grube nieder. So entsteht allmählich ein ganzer Kuchen aus Pollen. Auf ihm breitet dann die Mohnbiene eine Schicht von Honig aus, den sie ebenfalls aus den blauen Kelchen der Kornblume gesogen hat. Ist alles so weit vorbereitet, so legt sie auf die Oberfläche des Honigs ein einzelnes Ei ab, welches auf jenem klebt. Dann faltet sie die oberen Enden der Mohnblätter über der Wiege oder Kinderstube zusammen, so daß sie gleichsam einen roten Vorhang oder ein Gewölbe bilden, welches die Erde abhält, auf Brut und Brutnahrung zu stürzen und das sich entwickelnde junge Leben zu ersticken. Denn mit Sorgfalt schaufelt nun die Mutter die Mündung der Bruthöhle zu, wobei sie kaum etwas von der früher herausgearbeiteten Erde als Material verwendet, glättet den Boden, so daß kein Feind ahnt, welch kostbaren Schatz sie hier verborgen hat. Dann fliegt sie weiter, um an einer andern Stelle die ganze Bautätigkeit von neuem zu beginnen und noch eine und in der Aufeinanderfolge mehrere solche Urnen zu bauen, die wir auch als Zellen bezeichnen.

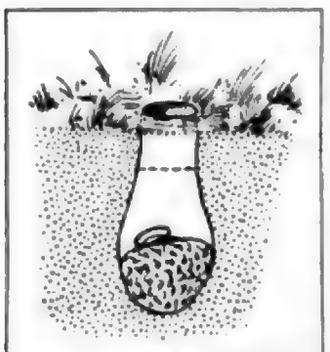


Abb. 583. Nest von Osmia papaveris. Nat. Größe. Nach v. Buttel-Reepen.

In jeder verlassenen Zelle, zu der die Mutter niemals wieder

Digitized by Google

Fig. 1. Skeleton of Rabbit (*Lepus cuniculus*). Fig. 2. Skeleton of Hedgehog (*Erinaceus europaeus*). Fig. 3. Skeleton of Mole (*Talpa europaea*). Fig. 4. Skeleton of Bat (*Vespertilio murinus*).

Fig. 5. Skeleton of Seal (*Phoca vitulina*).

Fig. 6. Skeleton of Whale (*Balaena mysticetus*).

Fig. 7. Skeleton of Horse (*Equus caballus*).

Fig. 8. Skeleton of Ox (*Bos taurus*).

Fig. 9. Skeleton of Camel (*Camelus bactrianus*).

Fig. 10. Skeleton of Giraffe (*Giraffa camelopardalis*).

Fig. 11. Skeleton of Elephant (*Elephas indicus*).

Fig. 12. Skeleton of Rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*).

Digitized by Google

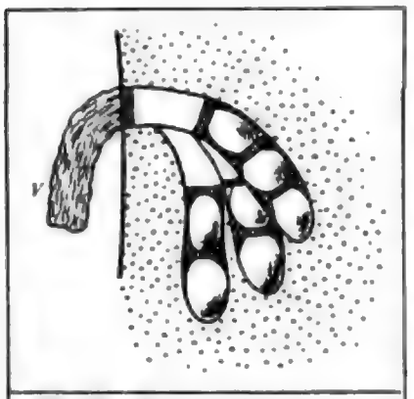


Abb. 586. Bau von Anthophora parietina mit mehreren Zellenreihen und einem röhrenförmigen Vorbau V. Nat. Größe. Nach Friese.

speziell bei der Mohnbiene immer der Fall. Im nächsten Frühjahr oder Sommer zur rechten Zeit, wenn Mohn und Kornblume blühen, erscheint dann die Mohnbiene wieder.

Eine ähnliche Bau- und Sammeltätigkeit üben viele solitäre Bienen aus. So schneidet die Rosenbiene (Megachile cetuncularis) Stücke aus Rosenblättern heraus, um sie in gleicher Weise wie die Mohnbiene zum Neste zu tragen und zum Austapezieren der Zellen zu verwenden. Viele von uns haben vielleicht gelegentlich an Rosenhecken an den grünen Blättern eigentümliche kreisförmige Ausschnitte beobachtet, deren Ränder so glatt sind, als wären sie mit einer scharfen Schere geschnitten. Abbildung 584 zeigt, in welcher Weise die Rosenbiene an den Rosenblättern arbeitet. Ihr Bau unterscheidet sich aber in einem wesentlichen Punkte von dem der Mohnbiene. Er ist als langer röhrenförmiger Stollen in die Erde getrieben, 8—10 cm lang. Er erhält nun nicht etwa nur eine einzelne Zelle, sondern eine ganze Reihe von solchen, er stellt ein sogenanntes lineares oder reihenförmiges Nest dar. Die Zellen sind aus kreisrunden Blattstückchen gebaut, die sich so übereinander decken, daß keine Spalten offen bleiben, und welche eine äußere und innere Hülle bilden. Jede Zelle ruht mit ihrem abgerundeten unteren Ende auf dem flachen oberen der vorigen oder steckt etwas in derselben. Jede Zelle ist von der nächsten durch eine Lage von geschnittenen kreisförmigen Rosenblattstückchen (meist etwa 8) getrennt. In jeder findet sich der nötige Honig- und Pollenvorrat für das in ihr abgelegte Ei, und in jeder können wir später eine heranwachsende Larve, dann eine Puppe im Kokon nachweisen, und aus jeder arbeitet sich bei normaler Entwicklung eine junge Rosenblattbiene heraus. Solche Reihenbauten werden von vielen Osmia-Arten (vgl. Abb. 473 S. 582) und anderen solitären Bienen angefertigt. Wir haben früher schon von solchen gesprochen und erwähnt, daß sie auch oft in hartem Material, wie Holz, Lehm, Löß, Ton angefertigt werden, und daß dann gekautes Holzmehl oder das entsprechende mineralische Material dazu dient, um die einzelnen Zellen gegeneinander abzuschließen. Die Arten der Gattung Colletes tapezieren die Zellen ihrer Linienbauten mit einer feinen in häutigen Lagen abgesonderten Substanz aus, welche auch die Zwischenwände zwischen den einzelnen Zellen bildet. Sie besteht wahrscheinlich aus dem Speichelsekret dieser Bienen, welches sie mit ihren kurzen, breiten Zungen wie mit einem Pinsel ausstreichen, und welches an der Luft erhärtet.

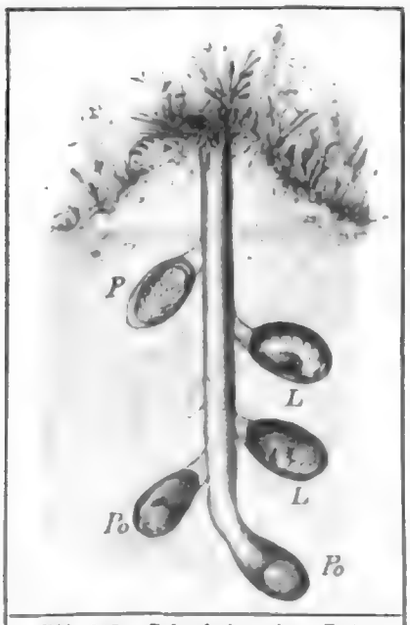


Abb. 587. Schachtbau der Erdbienen (Andrena). P Puppe, L Larve, Po Pollenklumpen. Nach Kraepelin, Biologie.

Bei manchen Solitären finden wir nun gewisse Komplikationen der ganzen Bauanlage. So sind die röhrenförmigen Linienbauten, welche Anthophora parietina anlegt, verzweigt. An einen Hauptgang, dessen Hintergrund von Zellen ausgefüllt ist, schließen sich verschiedene in spitzem Winkel abgehende Zweiggänge an, die ebenfalls mit Zellen erfüllt werden (Abb. 586). Bei anderen Arten, z. B. Andrena-Arten, werden die Zellen an kurzen Seitengängen eines Hauptschachtes angelegt (Abb. 587). Ansätze zu einer gewissen Gemeinschaft im Leben können wir bei manchen

Digitized by Google

Arten von Panurgus und Halictus feſtſtellen, bei denen an einem gemeinſamen Flugkanal verſchiedene Weibchen ihre Zellenreihen anbringen. Hier haben doch die einzelnen Weibchen bei der Bautätigkeit eine gewiſſe Gelegenheit, miteinander in Beziehung zu treten. Sie müſſen einander ausweichen, ſie müſſen ſich bis zu einem gewiſſen Grade untereinander erkennen, ſie müſſen das Neſt der Nachbarin ſehr ſorgfältig von dem eigenen unterſcheiden. Bei den Mörtelbienen (Chalicodoma muraria), deren Neſter oft in dicken Klumpen beieinander ſitzen, bauen die Weibchen, nachdem jede ihre Zellen in Reihen nebeneinander angelegt hat, zum Schluß gemeinſam eine Schutzdecke, welche über mehrere Neſter reicht (Abb. 582 S. 703 und Abb. 588). Die Beziehungen zwiſchen den Koloniſten pflegen aber nicht allzu friedliche zu ſein. Ähnlich müſſen diejenigen Formen aufeinander angewieſen ſein, die wir oft in ungeheuren Kolonien eine Löß- oder Lehmwand bewohnen ſehen. Da iſt oft jeder Zentimeter der ſenkrechten Wand von einem Neſteingang beſetzt (vgl. Abb. 472 S. 581). Bei ſolchen großen Kolonien, z. B. von Andrena ovina, Anthophora u. a., können wir manchmal erſte Äußerungen eines ſozialen Inſtinktes beobachten. Wir ſehen da oft die ſämtlichen Bienen einer ſolchen Kolonie ſich zu einem Schwarm vereinigen, der mit wildem Summen auf einen etwaigen Eindringling losſtürzt und ihn zu vertreiben ſucht. So erinnere ich mich, in einem Hohlweg in der Nähe der Stadt Mexiko durch die gemeinſame Aktion einer Kolonie von ſolitären Bienen ſehr in der Beobachtung behindert worden zu ſein.

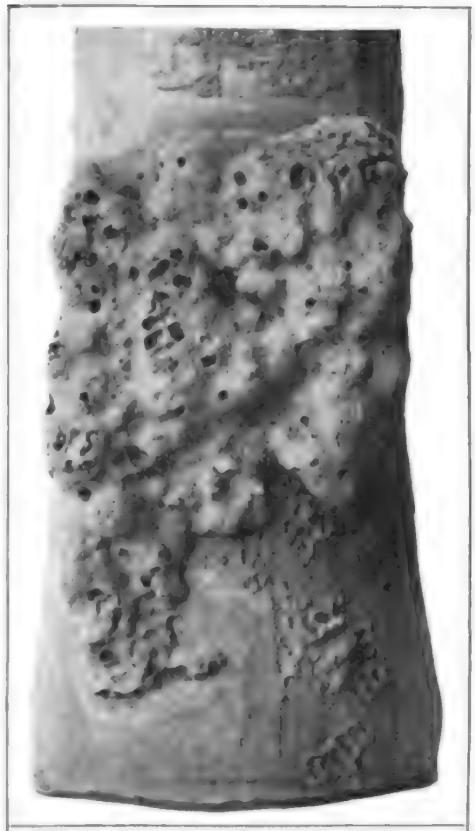


Abb. 588. Ziegel vom Wohnſitz des Entomologen Fabre in Sérignan, Südfrankreich, bedeckt mit Neſtern von Chalicodoma pyrenaica. Oben ein großer Neſtkomplex, gemeinſam von mehreren Weibchen mit einer Lehmhülle bedeckt. Unten aufgebrochene Bauten, den Bauplan eines einzelnen Weibchens zeigend. Oben am Komplexbau einzelne Zellen nachträglich von Osmia-Arten bezogen und dann mit Lehmpfropfen verſchloſſen. Verkl. 1/5. Orig. nach der Natur.

Einen gewiſſen Anklang von ſozialem Verhalten können wir auch bei den Holzbienen aus der Gattung Xylocopa (vgl. S. 583 u. Abb. 474) ſowie bei Halictus morio feſtſtellen, bei denen die im Herbſt aus den Zellen geſchlüpften Tiere vielfach in ihren Bauten oder in andern Höhlungen in größerer Zahl gemeinſam überwintern. Noch mehr dürfen wir aber eine Überleitung zu der Lebensweiſe ſozialer Formen in dem Verhalten von Halictus quadricinctus erblicken. Dieſes Tier baut eine größere Anzahl von Zellen, welche nebeneinander gelagert ſind. Die Zeit, die es zur Errichtung des ganzen Baues braucht, iſt ſo lange, daß aus den erſten Zellen die jungen Tiere bereits ausſchlüpfen, wenn an den letzten Zellen noch gebaut wird. So iſt eine Möglichkeit zu einem Kontakt zwiſchen Mutter und Kind gegeben, welcher aber bei dieſer Form noch zu keinen weiteren Konſequenzen führt. Wichtiger iſt vielleicht die Tatſache, daß manche Solitäre die verſchloſſenen Zellen nachträglich wieder öffnen, um den etwa erſchöpften Nahrungsvorrat zu ergänzen. Das tut z. B., wie wir bereits früher erwähnt haben, die Raubweſpe Bembex.

Digitized by Google

2. Der Hummelstaat.

Alle jenen Instinkte, die wir bei der Bautätigkeit, dem Sammeln von Nahrung, der Versorgung der Brut, beim Finden des Wegs usw. an den Solitären bewundern mußten, finden wir bei den sozialen Insekten wieder. Ja, sie stellen die Grundlage für die Entwicklung der Staatenbildung dar. Einen direkten Übergang von den Solitären zu den sozialen Bienen stellen die Hummeln dar. Bei den einheimischen Arten der Gattung Bombus sind die Weibchen während eines Teiles ihres Lebens solitäre Tiere. Den Winter überstehen nur befruchtete junge Weibchen. Diejenigen Hummeln, welche wir an den ersten sonnigen Frühlingstagen um die ersten Frühlingsblumen herumschwirren sehen, sind solche Weibchen, welche aus dem Winterversteck hervorgekommen sind. Sie führen zunächst genau das Leben wie solitäre Bienen. Ein solches befruchtetes Weibchen, welches man auch als Königin bezeichnet, sucht zunächst einen geeigneten Platz zum Nestbau. Sie findet ihn etwa in einem verlassenen Mauseloch, in der Wölbung unter den Wurzeln eines alten Baumes, unter einem ländlichen Bretterboden. Dort beginnt sie zunächst mit dem Bau der ersten Zelle. Hier begegnen wir zum ersten Male der Verwendung von Wachs beim Bau von Zellen. Die Hummeln besitzen ähnlich, wie wir das früher von anderen Insekten kennen gelernt haben, wachsproduzierende Drüsen, und zwar liegen diese hauptsächlich an der Rückenseite, an der Grenze zwischen den einzelnen Segmenten. Dieses Wachs wird bei den Hummeln mit Harz, das sie an Bäumen sammeln, gemischt zum Bau der Zellen verwendet. Die Königin baut also zunächst eine erste flache, offene, nicht sehr kunstvolle Zelle, in welche sie zuerst ein Gemisch von Honig und Pollen einträgt und dann Eier ablegt. In die Zelle werden in der Regel 3—7, ausnahmsweise aber bis 24 Eier abgelegt. Die heranwachsenden Larven nehmen sich gegenseitig Raum und Nahrung weg, und obwohl die Zelle, was sehr bemerkenswert ist, von der Mutter wieder geöffnet wird, um den Larven nachträglich Futter zu liefern, sind die entstehenden Kokons mit ihren Puppen alle auffallend klein. Eine ganze Anzahl der Larven ist überdies zugrunde gegangen. Aus den Kokons der lebend gebliebenen schlüpfen nun als erste Nachkommen der Königin auffallend kleine Weibchen. Im Körperbau unterscheiden sie sich nicht von der Königin. Sie sind zu allen Leistungen, die die Königin bisher ausgeführt hat, befähigt, aber sie gelangen nicht zur Fortpflanzung. Ihre Ovarien bleiben in der Entwicklung zurück In der jungen Gemeinschaft in dem Hummelnest gibt es zunächst nur Weibchen. Jene kleinen Weibchen, die man auch als Hilfsweibchen bezeichnet, um sie nicht mit den körperlich von den Königinnen unterschiedenen Arbeiterinnen der Honigbienen zu verwechseln, beginnen alsbald die Königin bei ihrer Tätigkeit zu unterstützen. Da zur Zeit ihrer Geburt keine Männchen vorhanden sind, werden sie nicht befruchtet. Die Brunst erlischt alsbald bei ihnen; trotzdem regen sich sofort die normalen Brutpflegeinstinkte. Sie fliegen aus, sie übernehmen das Einsammeln von Nahrung, das Bauen der Zellen, das Füttern der Königin selbst und ihrer weiteren Nachkommenschaft. In dem Nest vermehrt sich die Zahl der Zellen. Es werden Brutzellen gebaut, die von jetzt an immer nur mehr wenigen oder gar nur einer Larve als Herberge dienen; wird die Kolonie größer, so sind Vorratsgefäße notwendig. Vielfach werden die leeren Kokons nach dem Ausschlüpfen der Hummeln zur Honigaufspeicherung verwendet, auch bauen die Hummeln aus Wachs und Harz besondere Honigtöpfe und sogenannte Pollenzylinder. Je größer das Volk wird, um so mehr sind solche Vorräte für Perioden schlechten Wetters vonnöten. Die Königin bleibt jetzt ganz in ihrem Bau, ihre Tätigkeit besteht nur mehr im Eierlegen.

Die Ernährungsverhältnisse und die Pflege der Nachkommenschaft werden mit der Zu-

Digitized by Google

Fig. 1. Hare in winter coat. Photo: Per Ola Wiberg/Naturbilder. Hare in winter coat. Photo: Per Ola Wiberg/Naturbilder.

Fig. 2. Hare in summer coat. Photo: Per Ola Wiberg/Naturbilder. Hare in summer coat. Photo: Per Ola Wiberg/Naturbilder.

Fig. 3. Hare in moult. Photo: Per Ola Wiberg/Naturbilder. Hare in moult. Photo: Per Ola Wiberg/Naturbilder.

Fig. 4. Hare in moult. Photo: Per Ola Wiberg/Naturbilder. Hare in moult. Photo: Per Ola Wiberg/Naturbilder.

Fig. 5. Hare in moult. Photo: Per Ola Wiberg/Naturbilder. Hare in moult. Photo: Per Ola Wiberg/Naturbilder.

Fig.

Plate 4 (*Facing page*) Mandibular first molar (M1) of the Late Miocene hominoid *Ouranopithecus macedoniensis* from Ravin de la Pluie, Greece. Occlusal view of the crown. Note the thick enamel, the relatively low cusps, the wrinkled enamel surface, and the presence of a cingulum. Scale bar = 1 cm. Photograph by Gerhard Daber.

allein übernehmen. So kann man feststellen, daß gewisse Hilfsweibchen nur die Arbeit der Pflege der Larven, andere die Bautätigkeit, wieder andere das Ausfliegen und Einsammeln von Vorräten und Baumaterial übernehmen. Ganz merkwürdig sind die Beobachtungen, welche über den sogenannten „Trompeter" der Hummeln gemacht worden sind. Nur bei sehr starken Völkern und nur bei unterirdisch bauenden Arten kann man morgens in aller Frühe, im Sommer zwischen ½4 und 4 Uhr, ein Individuum beobachten, welches auf dem Dach des Nestes sitzt und dort ein kolossales Gebrumme aufführt. Natürlich sind die volkstümlichen Auslegungen, welche man dieser Erscheinung gegeben hat, nicht richtig; man glaubte, es handle sich um eine Art von Torwächter, der die ganze Stadt wach trompetet. In Wirklichkeit haben wir in dem Trompeter einen Ventilator zu erblicken, welcher durch sein emsiges 30 bis 60 Minuten währendes Flügelschlagen einen Luftstrom aus dem Nest herauswirbelt. Dieser dient zur Ventilation des Stockes, er fördert die schlechten Gerüche, schädliche Gase, heiße Luft aus dem Nest heraus und bewirkt durch Verringerung des Wasserdampfgehaltes eine Kondensation des Honigs. Wir werden ähnliche Einrichtungen später bei den Honigbienen und in einem etwas anderen Sinne bei den Termiten zu erwähnen haben.

3. Der Staat der Wespen und Meliponinen.

Eine etwas höhere Stufe des sozialen Lebens als bei den Hummeln finden wir bei den Wespen. Die sozialen Faltenwespen, wie sie wegen ihrer zusammenfaltbaren Flügel genannt werden, sind ebenso wie die früher besprochenen solitären Faltenwespen räuberische Tiere. Die erwachsenen Individuen allerdings ernähren sich vielfach von Blütenprodukten, die Larven werden jedoch nur kurze Zeit mit solchen ernährt, um dann später mit erbeuteten Insekten, hauptsächlich Fliegen, gefüttert zu werden. Somit fallen die Wespen einigermaßen aus der Reihe heraus, die uns innerhalb der Bienen die allmähliche Vervollkommnung der Staatenbildungen zeigt. Wir besprechen sie aber an dieser Stelle hier, weil, wie wir gleich nachher sehen werden, eine Gruppe der Bienen über ganz entsprechende Staatsformen verfügt. Wie bei den Hummeln so ist auch bei den Wespen unserer Heimat der Staat nur einjährig. Nur die befruchteten Weibchen überwintern, je eine von ihnen gründet im Frühling den neuen Staat. In ihm finden wir nach einiger Zeit Hilfsweibchen, welche ebenfalls zur Parthenogenesis befähigt sind wie bei den Hummeln. Während des Sommers nimmt die Volkszahl zu, die zahlreichen Gehilfinnen vergrößern den Bau, sorgen für bessere Unterbringung der Brut und für deren ausreichende Fütterung. Und so sehen wir denn, im August etwa, aus größeren Zellen Männchen und befruchtungsbedürftige Weibchen auskriechen. Hochzeitsflug, Absterben der Männchen, Arbeiterinnen und alten Königinnen, all das vollzieht sich in ganz entsprechender Weise wie bei den Hummeln. Die meisten Wespenstaaten werden nicht sehr volkreich. Im Durchschnitt finden wir in einem Wespennest nur ein paar Dutzend (Polistes) bis Hundert (Vespa) Individuen. Größere Kolonien können 500—600 Insassen beherbergen; von Buttel-Reepen hat einmal in einem besonders großen Nest von Vespa germanica 3900 Bewohner gezählt. Bei dieser Art kommen sogar 5, 6—10000 Individuen in einer Kolonie vor. Von all diesen Individuen bleibt keines über den Winter am Leben, und im Bau findet man nur eine kleine Schar von befruchteten Weibchen, die sich eventuell dorthin ins Winterquartier zurückgezogen haben, die aber auch in anderen Verstecken den Winter überstehen können. In einem in voller Entwicklung befindlichen Wespenstaat findet man eine oder mehrere Königinnen.

Digitized by Google

Bruno Taut, Alpine Architecture, 1917, Fig. 1

Bruno Taut, Alpine Architecture, 1917, Fig. 2

Bruno Taut, Alpine Architecture, 1917, Fig. 3

Bruno Taut, Alpine Architecture, 1917, Fig. 4

Bruno Taut, Alpine Architecture, 1917, Fig. 5

Bruno Taut, Alpine Architecture, 1917, Fig. 6

Bruno Taut, Alpine Architecture, 1917, Fig. 7

Bruno Taut, Alpine Architecture, 1917, Fig. 8

Bruno Taut, Alpine Architecture, 1917, Fig. 9

Bruno Taut, Alpine Architecture, 1917, Fig. 10

Copyrighted material

Abb. 86. Nest eines einfachen Wespen-Weibchens (Polistes gallica). Nur ein Hängestiel besteht, nämlich der Rohrstiel. Nach Brehm.

Abb. 87. Nest eines hornissenähnlichen Weibchens (Vespa crabro). Rohrstiel und die Scheidung der Waben durch Hüllen. Nach Brehm.

nenn sie mit dem Kopf nach unten in einen Spalt und auf die Eilibenbeeren suchen, welche ihren besonders gütigenden Nahrung gelangen. Die eigentlichen Wespen sind meistens rother durch Weiber und Staatenweise verbunden (Abb. 86), und ebenfalls Wespe hängt die Freilebenbeeren Weiber an der Innenlage auf. Viele verschiedene Wespenarten sind sich in ihrer Lebensweise ähnlich, und es ist daher nicht nöthig, dieselben alle einzeln zu besprechen. Einigen Weibchen von den Weiber sind ganz klein und leben meistens an Orte einer Gallenschwanger Weibchen. Andere sind größer und leben meistens, können sie bereits Weiber, eine um die andere angelegt. Die größten einen großen Weibchen monumentales und sind vielfach durch Raubthiere meistenden verbunden. Die größten dieser eigentümlichen einfachen Nest bilden einen vorzüglichen Übergang. Vielleicht liegt auch der Verwandtschaft im Übergewicht durch über die Nestgenossenschaft. Bienen und Nest sind weniger, weniger bei zu finden verschieden zwischen Weibchen immer weiter abgetrennt und durch zwar vollgepfropfte Zwischenräume. Bienen Nest in Nestbauungen bei den besonderen Weibchen, primitiv Weibchen. Einfache Wespen Nester weiblich weiß in zart gebrechlicher Weiber

Digitized by Google

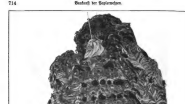


Abb. 332. Schlitzen- und Zierschnitzerei (Flechtwerk) auf Holz (Schnitzerei imitierend). Haus in Nias (nach Modigliani).

wie andere einheimische Hölzer. Manche tropischen Hölzer werden als Nutzerzeugnisse bezeichnet, weil ihr Splintholz über Nacht aus einer dicken, hellen, höher gefärbten einen dunkelroten Kernstamm liefert (Bild. 106).

Alles in allem können wir sagen, daß die Holzverarbeitung, wie man heute sagen würde, einen Kunstzweig ersten Ranges, in manchen Gegenden einen hervorragenden Aufbau der Gesamtbildung repräsentierte. Und obgleich Holzmaterialien von Individuum zu individuum verschieden sind, so ist doch unverkennbar und erstaunlich bei Völkern alle möglichen Negerstämmen, wie sie sich bisher gezeigt haben, daß sie in der Verarbeitung des Holzes, in der Holzbearbeitung eine Art Meisterschaft erreicht haben, die man in der Holzbearbeitung vergleichen müssen. Sonderen die Steinen unter Umständen, z. B. wenn sie geringe werden, in einem Steinschlag zu lassen, in der Holzbearbeitung bei Völker durch Verwendung gegen. Die Holzbear-

Digitized by Google

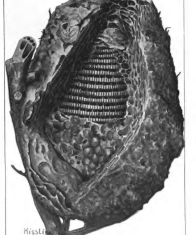


Fig. 18. Bild eines Kopfes und Halses des Kaiserlichen Amazonenpapageien (Chrysotis Ear.). Mit sehr starken gelben Ohrenfedern, welche sich bei Erregung des Vogels aufrichten und dann eine Art Schild bilden. Nach Fr. Frey und Heinemann von Wilhelma, Amazonien, Brasilien.

Digitized by Google

Abb. 1: Ein Kapitelbild

Kapitel sind Abschnitte und so wie Sie hier eine Überschrift sehen, beginnt jedes Kapitel mit einer Überschrift. Kapitel können auch Unterkapitel haben, wie dieses hier. Unterkapitel haben eine kleinere Überschrift als Kapitel. Kapitel können auch Unterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben, wie dieses hier. Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel haben eine noch kleinere Überschrift als Unterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterunterkapitel. Kapitel können auch Unterunterunterunterunterunterunterunter

Abb. 361. Zwei Schlachtfeuer Attalos' III. (Rekonstruktion). Links Schlachtfeuer der Kimbern und Skythen, rechts Schlachtfeuer der Gallier.

dem, über der Stadt Pergamon und den Königspalast und haben verschiedene Gestaltungsformen. Die Skythen trägt begleitet zweimal, wenn sie auch unter Schlachtfeuer zur Eingangsseite zurückkommen. Der Schluß bildet Attalos' Königin Antiope gegenüber, durch welche sie den Königin überragen sich Schlachtfeuer Attalos' III. (Rekonstruktion). Links Schlachtfeuer der Kimbern und Skythen, rechts Schlachtfeuer der Gallier. Die Kimbern und Skythen sind

Fig. 1. Kopf von *Vespa crabro* ♀ mit Milben (Nach Ludwig).

Ludwig, Fritz: Ueber eine Milbe, welche auf Hummeln und Wespen lebt und ihre Verbreitung durch Hummeln. Sitzungsber. Ges. naturforsch. Freunde Berlin 1894, S. 1—3. Mit 1 Abbildung.

Verf. fand auf Hummeln und Wespen eine Milbe, welche sich in Gestalt und Lebensweise an Gamasus anschließt. Sie ist 0,5 mm lang, 0,3 mm breit, rötlich gelb, mit dunkelbraunem Rücken- und Bauchschild. Sie lebt auf der Unterseite des Hinterleibes, besonders in der Nähe des Afters, wo sie sich von Kot ernährt. Sie ist auf Hummeln und Wespen sehr häufig, auf Bienen selten. Sie wird durch Hummeln verbreitet, welche sie in ihren Nestern absetzen. Sie ist auf Hummeln und Wespen nicht schädlich, wohl aber auf Bienen. Sie wird Tarsonemus Apis genannt. Fig. 1 stellt den Kopf von Vespa crabro ♀ mit Milben dar.

Digitized by Google

Mr. Russell Sage and Mr. Frank Gould in the Amateur Competition

Mr. Russell Sage, 3rd, and Mr. Frank Gould, 2nd, Amateur Championship Trophy. Mr. Sage's score was 94 and Mr. Gould's 95. Mr. Sage's score was the best made in the Amateur Championship Competition. Mr. Sage's score was the best made in the Amateur Championship Competition. Mr. Sage's score was the best made in the Amateur Championship Competition

Fig. 280. Eine vom strömenden, gletscherähnlich dahinfließenden Lava-Basalt-Strom (Pahoehoe) geformte Lavahöhle. Hawaii (s. a. Abb. 279). Mündungsstelle und vom Meeresstrand in geologischer Blickrichtung in Entstehung. (S. Photographie.)

Mitte Februar beginnt die Königin inmitten des Winterlagers mit dem Eierlegen. In der Regel fliegen die Arbeiterinnen an schönen Märztagen, manchmal schon im Februar zum ersten Male aus. Ihre erste Tätigkeit ist, daß sie sich ihrer Fäkalien entledigen, dann wird der Stock gereinigt und ausgebessert, die Leichen der während des Winters Gestorbenen sowie die Wachsdeckel der leer gefressenen Honigzellen werden hinausgeschafft. Alsbald beginnt von neuem die Sammeltätigkeit und, sowie dieselbe in vollem Gange ist, werden Drohnenwiegen gebaut; danach zwei, drei bis höchstens sechs Weiselwiegen. In ihnen entwickeln sich nun die Königinnen. Sind sie aus ihren Puppen ausgeschlüpft, so stoßen sie, noch in ihrer Kammer eingemauert, merkwürdige Laute aus. Der Imker bezeichnet dies als das Tüten der Weiseln. Sogleich bemächtigt sich die Weiselunruhe des Volkes. Ein merkwürdiges Summen erfüllt den Bau, in ganzen traubenähnlichen Haufen liegen und drängen sich die Arbeiterinnen vor dem Ausgang des Baues. Plötzlich, in einer ruhigen, heiteren Mittagsstunde begeben sich 10- bis 15000 alte Bienen mit ihrer alten Königin auf die Wanderschaft. Diese führt meist nicht weit. Die schwerfällige Königin setzt sich gewöhnlich ganz in der Nähe des Nestes an einem Pfahl oder einem dürren Ast nieder. Um sie klammern sich die sämtlichen Tausende ihrer Begleiter in einer mächtigen Traube, dem sogenannten Schwarm (Abb. 598). Diesen pflegt der Imker möglichst bald einzufangen, um ihn in einen neuen Stock zu bringen, wobei ihm die Tatsache zu Hilfe kommt, daß Schwarmbienen nicht stechen.

In der freien Natur entfernen sich von einem Schwarm sehr bald einzelne Individuen, sog. Spürbienen, um in der Nachbarschaft eine Baumhöhle oder dgl. zu suchen. Haben sie einen geeigneten Ort gefunden, so führen sie den ganzen Schwarm zu der neuen Behausung, in welche derselbe „mit freudigem Brausen einzieht".

Der neue Bau, einerlei ob künstlich oder natürlich, wird alsbald im Innern hergerichtet, die Arbeiterinnen orientieren sich in der neuen Umgebung, sie kriechen nach rückwärts langsam aus dem Flugloch heraus, machen zunächst in der Nähe kreisförmige Orientierungsflüge, bis sie den neuen Ort so gut kennen, daß sie in geradlinigem Abflug die Sammelplätze aufsuchen können; dann beginnt wieder das Sammeln und Bauen.

Ein solcher Schwarm, geführt von der alten Königin, wie wir ihn hier beschrieben haben, wird als „Vorschwarm" bezeichnet In guten Sommern bei volkreichen Stöcken kommt es noch zu einem „Nachschwarm", der von einer unbefruchteten jungen Königin angeführt wird.

Was ist nun normalerweise mittlerweile im alten Stock vor sich gegangen? Eine junge Königin ist unter Mithilfe der Arbeiterinnen aus ihrer Zelle hervorgekrochen. Sie ist sofort ein Gegenstand der besonderen Aufmerksamkeit ihrer Untertanen. Die übrigen, in ihren Weiselwiegen eingeschlossenen jungen Königinnen werden früher oder später von den Arbeiterinnen erbarmungslos getötet, abgestochen, wie der Imker sagt. Ein Stock in diesem Zustande enthält seinen Flug Drohnen. Dieselben ernähren sich von den Vorräten, welche der Fleiß der Arbeiterinnen zusammengebracht hat. In keiner Weise beteiligen sie sich an den Arbeiten des Staates. Faul treiben sie sich in der Nähe des Flugloches herum und unternehmen höchstens kleine Ausflüge im Schein der Mittagssonne. Nun macht sich die Königin bereit zum Hochzeitsflug. Brausend folgt ihr der Troß der Drohnen, sich mit ihr hoch in die Luft erhebend, ohne sich allerdings allzuweit vom Nest zu entfernen. Von den Hunderten von Drohnen ist nur eine auserwählt, das Weibchen, die Königin, zu befruchten. Dieses eine Männchen muß die Bevorzugung mit dem Leben bezahlen; denn sein Begattungsorgan der Penis, bleibt nach vollbrachter Befruchtung in der Vagina der Königin stecken; er reißt ab, und die große Wunde führt den Tod der Drohne herbei.

Digitized by Google

Abb. 601. Fast ausgewachsene Bienenlarve. Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

Die befruchtete Königin kehrt in den Stock zurück und beginnt 46 Stunden nach der Heimkehr mit dem Eierlegen. Für sie gibt es keine Möglichkeit mehr, ein zweites Mal befruchtet zu werden. Kommt sie also unbefruchtet zurück, was manchmal geschehen kann, so wird, da sie nur unbefruchtete Eier ablegen kann, der Stock drohnenbrütig. Letzteres kann auch der Fall sein, wenn die Königin durch schlechtes Wetter oder andere Umstände am Ausfliegen verhindert wird. Acht Tage, nachdem sie ausgeschlüpft ist, erlischt die Brunst, und die Königin fliegt dann nicht mehr aus. Drohnenbrütigkeit kann schließlich noch eintreten, wenn die Königin getötet wird, etwa von einem Vogel beim Hochzeitsflug weggefangen wird oder sonstwie stirbt. Sind dann keine Weiselwiegen in Reserve mehr da, und gibt es keine so jungen Arbeiterinneneier, daß eine Umzüchtung in eine Königinlarve durch Verpflanzung in eine neugebaute Weiselwiege bzw. durch Umbau der Zelle zu einer solchen möglich ist, dann ist der Stock verloren. Zwar beginnen die verlassenen Arbeiterinnen Eier zu legen, aber da sie nicht befruchtet sind, sind auch dies nur parthenogenetische Eier, welche Drohnen liefern. Es werden zwar dann oft alle verfügbaren Zellen mit Eiern belegt; die eifrigen Arbeiterinnen vergrößern sogar die Arbeiterinnenzellen, für die sich in ihnen entwickelnden größeren Drohnenlarven. Es entsteht das Bild der sogenannten Buckelbrut, da die verschlossenen Zellen eine Vorwölbung erfahren haben (Abb. 603).

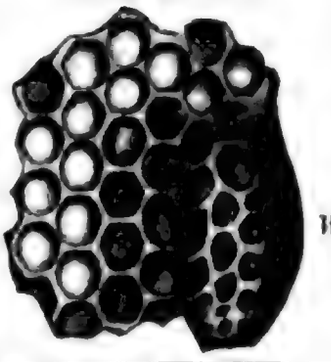


Abb. 602. Randstück einer Bienenwabe mit Weiselwiege (W). Nat. Größe. Orig. nach der Natur.

Bei einem normalen Volk verschwinden nach der Rückkehr der jungen Königin die Drohnen aus dem Bienenstock vollkommen. Sie kommen zwar oft zurück, werden aber von den Arbeiterinnen nicht ans Futter gelassen, vielmehr sämtlich mit dem Giftstachel getötet. Es ist das die sog. Drohnenschlacht. Findet eine Drohnenschlacht nicht statt, so kann man mit Sicherheit darauf schließen, daß das betreffende Volk weisellos ist.

Normalerweise kehrt aber die junge Königin in befruchtetem Zustand zurück und beginnt auch nach 46 Stunden mit dem Eierlegen. Man sieht sie dann umgeben von den Arbeiterinnen, welche sie mit den Fühlern streicheln und mit der Zunge belecken. Die Königin selbst wandert langsam auf den Waben umher, streckt zuerst den Kopf in die Zellen hinein, worauf sie sich herumdreht und den Hinterleib in den Eingang der Zelle hineinschiebt. Offenbar hat sie zuerst die Beschaffenheit der Zelle geprüft, und wenn sie alles in Ordnung gefunden hat, dann legt sie ihr Ei hinein. Man nimmt an, daß die Umrisse des Zelleingangs einen Berührungsreiz auf die Bienenkönigin ausüben, welcher sich auf die Spermapumpe des Rezeptakulums fortpflanzt. Je nachdem die Königin sich vor einer Drohnen- oder vor einer Arbeiterinnenzelle befindet, legt sie ein männliches oder weibliches Ei. Das Bienenei ist etwa zwei Millimeter lang und liegt nicht ganz hinten in der Zelle. Von den Arbeiterinnen wird alsbald ein kleines Häufchen Nahrung, bestehend aus Futtersaft und etwas Honig, hinter dem Ei niedergelegt. Auch während des Heranwachsens wird die Larve sorgfältig mit Nahrung versehen. Diese regelmäßige, nachträgliche Fütterung stellt einen interessanten Unterschied und Fortschritt gegenüber den niederen Bienen dar. Aus dem Ei kriecht am vierten Tag eine Made, welche fuß-, augen- und afterlos ist. Am sechsten bis siebenten Tag ist sie schon so stark herangewachsen, daß sie die ganze Zelle ausfüllt; darauf verschließen Arbeiterinnen die Zelle mit einem Deckel. Oft sieht man Arbeiterinnen in

Digitized by Google

größerer Vorsicht auf Schädigungsmöglichkeiten lauern, ganz richtig. Eigentlich Zeichen haben wir noch genügend, bereits in der Kindheit eingeprägt, wenn auch in verschiedener Ausprägung, schärfere oder blassere. Ich brauche sie nicht weiter aufzuzählen, sie sind jedem von Ihnen bekannt. Sie werden sich ihrer selbst bedienen. Zu der verschiedenen Ausprägung möchte ich bemerken, daß sie konstitutionell bedingt ist. Der sanguinische Typus wird sich anders äußern als der phlegmatische, der nervöse anders als der lymphatische. Ich glaube, in diesen oft blassen Varianten liegt die Hauptgefahr. Auch wenn hier einem Nervenarzt Beobachtungsgabe und Erfahrung zu Hilfe kommen, so ist es doch noch kein Zeugnis einer Nervenkrankheit, wenn Ermüdung und Hunger sich fühlen und Ihnen Schwindel, Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerz, Ohrensausen, Schwarzwerden vor den Augen, Zittern, Schwäche, Ohnmacht, Schweißausbruch, Herzklopfen, Pulsbeschleunigung, Blässe, Kälte, Blutleere, Verdauungsstörungen, Durchfall, Verstopfung, Gähnen, Schluchzen, Weinen, Lachen, Schreien, Zähneknirschen, Zittern, Zucken, Krämpfe, Ohnmacht, Tod, Leichenblässe, Leichenstarre, Verwesung, Fäulnis, Gestank, Würmer, Skelett, Staub, Nichtsmehr.

Abb. 166. Maske nach einem Gesichtsabdruck in starrem Gesichtskrampf (Wundstarrkrampf). Nach einem Originalgipsabguß von Professor Dr. Hitzig in Halle a. S. (Original-Photographie nach der Natur.)

Ich will nicht weiter ausführen, daß Ihnen auch Fieber nicht Nervenkrankheiten anzeichnet. Die Ärzte wissen heute ihren Wert recht wohl zu schätzen und klären sie ihren Mitmenschen auf. Ich will lediglich noch auf eine Erscheinung hinweisen, die Ihnen bei Fieber nicht selten begegnen wird und, trotzdem bedeutungsvoll, leicht verborgen bleibt oder übersehen wird. Ich meine die Pulsbeschleunigung. Sie ist ein Zeichen des Fieberanstieges, der Fieberhöhe, aber auch des Fieberabfalles. Wenn jemand Fieber hat, fühlt sich sehr häufig dessen Anstieg nicht. Aber wenn jemand Fieber hat, fühlt sich sehr häufig dessen Abfall

Abb. 1: Nordostturm

1. Der Nordostturm

Der Nordostturm ist der am besten erhaltene Turm der Stadtbefestigung. Er steht auf einem Felsvorsprung, der sich über die Talsohle erhebt. Der Turm ist 12 m hoch und hat einen Durchmesser von 8 m. Die Mauerstärke beträgt 1,5 m. Der Turm hat drei Geschosse und ein Satteldach. Das Erdgeschoss ist ein Tonnengewölbe. Es hat keine Fenster, sondern nur Schießscharten. Im ersten Geschoss befindet sich ein Kreuzgewölbe. Es hat ein Fenster nach Norden und eine Tür nach Westen. Das zweite Geschoss ist ein Kreuzgewölbe. Es hat ein Fenster nach Norden und eine Tür nach Westen. Das Dach ist mit Ziegeln gedeckt. Der Turm ist aus Bruchsteinen gemauert. Die Ecken sind mit Quadern verstärkt. Die Fenster und Türen haben Sandsteingewände. Der Turm ist in gutem Zustand. Er wurde 1985 restauriert. Das Dach wurde neu gedeckt. Die Fenster wurden neu verglast. Die Türen wurden neu eingesetzt. Der Turm ist für Besucher geöffnet. Er kann von April bis Oktober besichtigt werden. Der Eintritt ist frei. Der Turm ist über einen Weg vom Parkplatz am Nordostturm zu erreichen. Der Weg ist 200 m lang. Er ist für Rollstuhlfahrer geeignet. Der Turm ist auch über einen Weg vom Parkplatz am Südostturm zu erreichen. Der Weg ist 1 km lang. Er ist für Rollstuhlfahrer nicht geeignet. Der Turm ist auch über einen Weg vom Parkplatz am Westtor zu erreichen. Der Weg ist 2 km lang. Er ist für Rollstuhlfahrer nicht geeignet. Der Turm ist auch über einen Weg vom Parkplatz am Nordtor zu erreichen. Der Weg ist 3 km lang. Er ist für Rollstuhlfahrer nicht geeignet. Der Turm ist auch über einen Weg vom Parkplatz am Ostbahnhof zu erreichen. Der Weg ist 4 km lang. Er ist für Rollstuhlfahrer nicht geeignet. Der Turm ist auch über einen Weg vom Parkplatz am Südbahnhof zu erreichen. Der Weg ist 5 km lang. Er ist für Rollstuhlfahrer nicht geeignet. Der Turm ist auch über einen Weg vom Parkplatz am Westbahnhof zu erreichen. Der Weg ist 6 km lang. Er ist für Rollstuhlfahrer nicht geeignet. Der Turm ist auch über einen Weg vom Parkplatz am Nordbahnhof zu erreichen. Der Weg ist 7 km lang. Er ist für Rollstuhlfahrer nicht geeignet. Der Turm ist auch über einen Weg vom Parkplatz am Ostbahnhof zu erreichen. Der Weg ist 8 km lang. Er ist für Rollstuhlfahrer nicht geeignet. Der Turm ist auch über einen Weg vom Parkplatz am Südbahnhof zu erreichen. Der Weg ist 9 km lang. Er ist für Rollstuhlfahrer nicht geeignet. Der Turm ist auch über einen Weg vom Parkplatz am Westbahnhof zu erreichen. Der Weg ist 10 km lang. Er ist für Rollstuhlfahrer nicht geeignet.

ſcheidet, iſt die weitgehende Differenzierung von verſchiedenen Arbeiterinnenformen, der ſogenannte Polymorphismus der Arbeiterinnen. Schon bei den Hummeln, Weſpen und Bienen haben wir von einer Teilung der Arbeit unter den verſchiedenen Individuen gehört. Ein gleiches können wir auch bei den Ameiſen nachweiſen. Wenn man in einem künſtlich gehaltenen Verſuchsneſt die einzelnen Ameiſen mit kleinen Farbfleckchen auf dem Rücken kennzeichnet, ſo kann man mit Leichtigkeit feſtſtellen, daß jede von ihnen im Staate andere Pflichten zu erfüllen hat. Die eine füttert faſt ausſchließlich die Larven, die andere trägt die Puppen an die Sonne, die dritte geht auf Raub aus, die vierte iſt nur an der Bautätigkeit beteiligt. In einzelnen Fällen konnte man zeigen, daß dasſelbe Individuum wochenlang immer derſelben Beſchäftigung nachging.

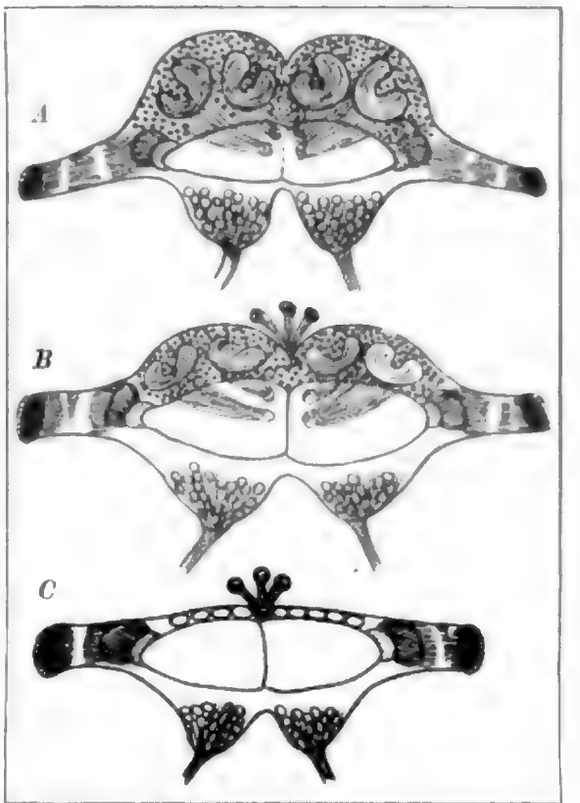


Abb. 605. Gehirndurchſchnitte von Lasius fuliginosa Ltr. *A* einer Arbeiterin, *B* einer Königin, *C* eines Männchens. Nach Forel.

Mit dieſer individuellen Arbeitsteilung iſt nun vielfach bei den Ameiſen eine Verſchiedenheit in Größe und Bau verbunden. Wir finden dann in einem Ameiſenſtock zwei, drei oder mehr verſchiedene Formen von Arbeiterinnen. Ein charakteriſtiſches Beiſpiel für die einfachſte Form des Polymorphismus der Arbeiterinnen bieten uns die amerikaniſchen Atta-Arten, von deren Pilzzucht wir bereits früher S. 75 gehört haben. In den Neſtern und Pilzbauten dieſer Ameiſen ſind meiſt nur ganz kleine Arbeiterinnen tätig, welche dort die Larven pflegen und am Bau arbeiten. Eine noch kleinere Form von Arbeiterinnen ſehen wir ausſchließlich beim Ausjäten des Unkrauts und überhaupt bei der kleinſten Gärtnerarbeit im Pilzbeet. Dieſe letzteren können vielfach nur 2 mm lang ſein, während diejenigen Arbeiterinnen, welche die Blattſtücke für das Miſtbeet in das Neſt hineinſchleppen, Rieſen von über 15 mm Länge ſein können. Auch bei unſeren Camponotus-Arten, den größten Ameiſenarten unſerer Heimat, welche in dem Holz der Waldbäume ihre Galerien auszunagen pflegen oder bei den körnerſammelnden Ameiſen der Mittelmeerländer, den Angehörigen der Gattung Messor, finden wir einen ſolchen Polymorphismus, der ſich aber ſtets auf die Größenverhältniſſe beſchränkt. Im Bau ſtimmen dieſe verſchiedenen Typen von Arbeiterinnen vollkommen überein.

Oft aber können wir Formdifferenzen zwiſchen den einzelnen Arbeiterinnentypen nachweiſen. So haben z. B. bei den Wanderameiſen (Dorylinen) die kleineren Arbeiterinnen einen Kopf und Fühler von anderer Form als die großen. Bei den kleineren iſt der Kopf entweder kürzer und breiter oder ſchmäler und länger, dreieckig ſpitzig, und es pflegt ſogar die Zahl der Fühlerglieder geringer zu ſein. Dazu kommen noch z. B. bei Atta-Arten dornenähnliche Auswüchſe, Hörner u. dgl., welche nur die großen Arbeiter beſitzen, während ſie den kleinen fehlen.

Die Verſchiedenheit im Bau bei den einzelnen Arbeiterinnenkaſten kann ſo weit gehen, daß die beiden Formen ſich kaum mehr ähnlich ſehen. Ein ſolcher Dimorphismus hat meiſt

Digitized by Google

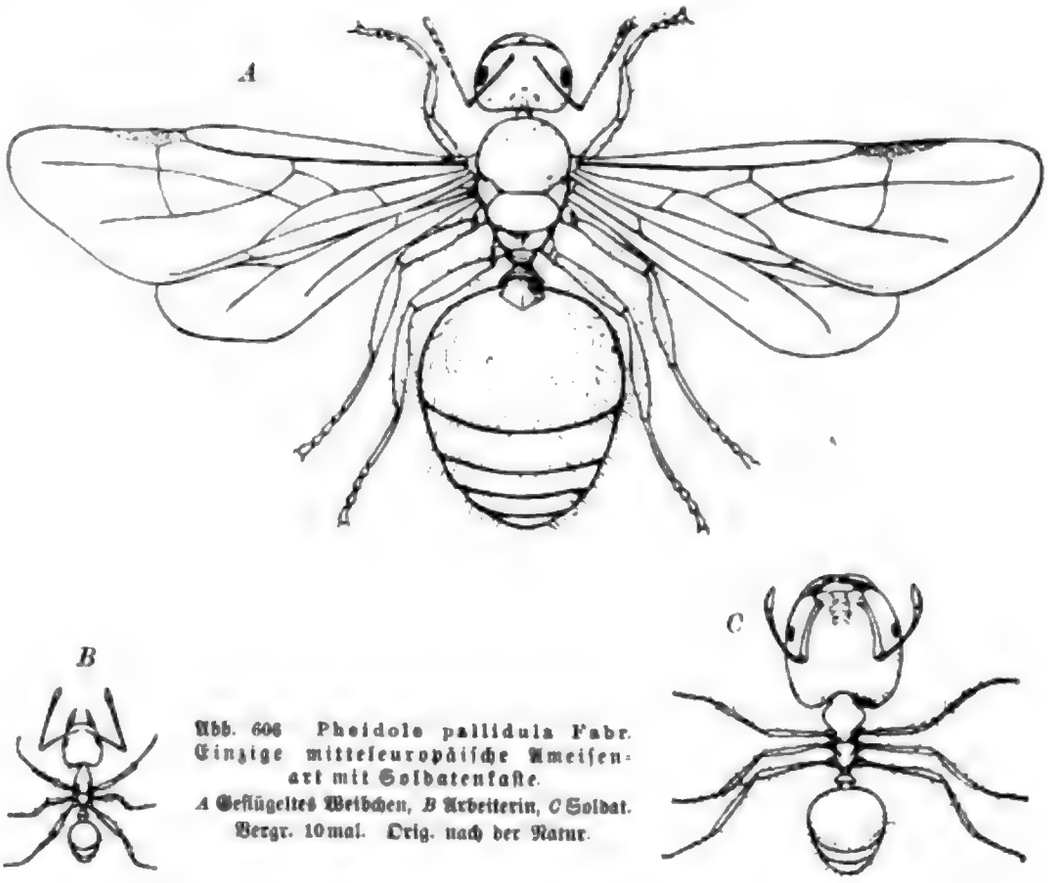


Abb. 606 Pheidole pallidula Fabr. Einzige mitteleuropäische Ameisenart mit Soldatenkaste. *A* Geflügeltes Weibchen, *B* Arbeiterin, *C* Soldat. Vergr. 10mal. Orig. nach der Natur.

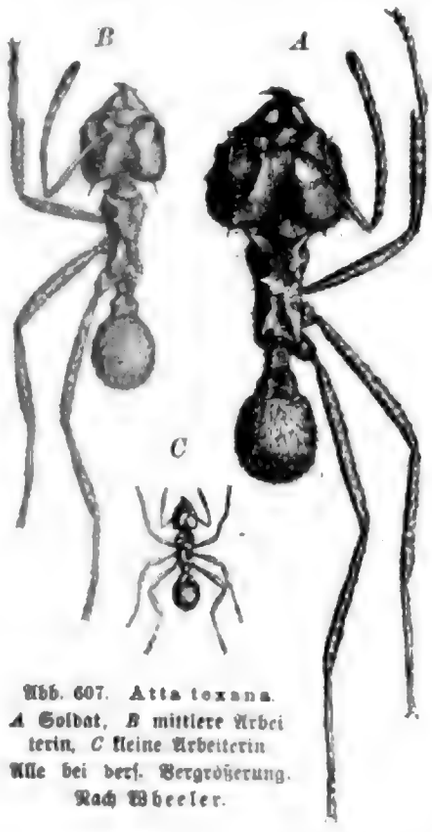


Abb. 607. Atta texana. *A* Soldat, *B* mittlere Arbeiterin, *C* kleine Arbeiterin. Alle bei derf. Vergrößerung. Nach Wheeler.

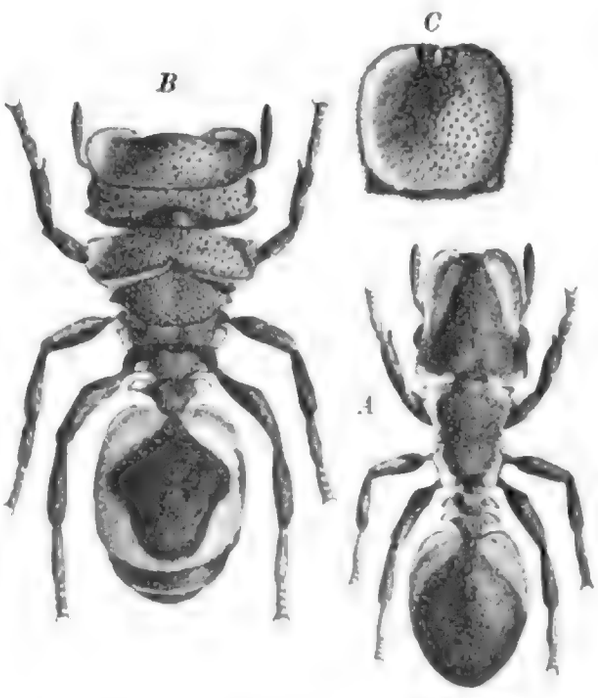


Abb. 608. Kasten von Cryptocerus angulosus aus Zentralamerika. *A* Arbeiter, *B* Soldat, *C* dessen Kopf von oben. Nach Wheeler.

Digitized by Google

zur Ausführung einer folgenden Operation. Beschneidet gefolgt: Die Kastration sind die Hoden, die Ausschneidung der weiblichen Geschlechtsorgane, die Entfernung der Gebärmutter, die Ausschneidung des Euters, die Entfernung der Hörner, Ohren, Schwanz, Zähne, Klauen etc. Bei jeder dieser Operationen sind die Zwecke und Ziele verschieden, welche dieselben verfolgen, und ebenso verschieden sind die Methoden, welche zur Ausführung derselben angewendet werden. Die Entfernung der Hoden bezweckt entweder die Verhinderung der Zeugungsfähigkeit oder die Verbesserung der Mastfähigkeit und Fleischqualität des Tieres. Die Entfernung der weiblichen Geschlechtsorgane hat den Zweck, die Zeugungsfähigkeit zu beseitigen, die Entfernung der Gebärmutter, die Verbesserung der Mastfähigkeit und Fleischqualität. Die Entfernung des Euters bezweckt die Beseitigung der Milchabsonderung, die Entfernung der Hörner, Ohren, Schwanz, Zähne, Klauen etc. bezweckt die Verhinderung der Verletzungen, welche diese Körpertheile den Thieren selbst oder anderen Thieren, ihren Pflegern etc. zufügen können.

Kastration von Hengsten und Stuten.

Die Kastration der Hengste und Stuten wird in der Regel in folgender Weise ausgeführt: Das Thier wird niedergeworfen und gebunden, oder in einen Kastrirstand gebracht, dann werden die Hoden mit der Hand gegen den Hodensack gedrängt, dieser wird mit einem Messer gespalten, die Hoden werden herausgedrängt, die Samenstränge werden durchschnitten und die Hoden entfernt. Bei Stuten wird die Operation in der Regel in der Weise ausgeführt, daß man mit einem Messer in die Scheide einschneidet, die Hand durch den Einschnitt in die Bauchhöhle einführt, den Eierstock ergreift und mit einem Messer oder einer Kastrirzange abschneidet. Bei Schweinen, Schafen und Ziegen werden die Hoden durch Einschnitte in den Hodensack entfernt. Bei Rindern werden die Hoden durch Einschnitte in den Hodensack entfernt, oder es werden die Samenstränge durch Einschnitte in die Weichen aufgesucht und durchschnitten. Die Entfernung der Gebärmutter bei Kühen wird durch Einschnitte in die Weichen ausgeführt. Die Entfernung des Euters wird durch Einschnitte in die Euterhaut ausgeführt. Die Entfernung der Hörner wird durch Absägen, Abschneiden oder Abbrennen ausgeführt. Die Entfernung der Ohren wird durch Einschnitte ausgeführt. Die Entfernung des Schwanzes wird durch Einschnitte in die Schwanzhaut und Absägen oder Abschneiden der Schwanzwirbel ausgeführt. Die Entfernung der Zähne wird durch Absägen oder Abbrechen ausgeführt. Die Entfernung der Klauen wird durch Einschnitte in die Klauenhaut ausgeführt.

Die Kastration ist eine Operation, welche bei allen Thieren ausgeführt werden kann, welche zu Zuchtzwecken nicht mehr verwendet werden sollen. Sie wird ausgeführt, um die Thiere zu verhindern, sich fortzupflanzen, um ihre Mastfähigkeit und Fleischqualität zu verbessern, um ihre Gutmüthigkeit zu erhalten, um ihre Arbeitsfähigkeit zu erhalten, um ihre Milchabsonderung zu beseitigen, um ihre Verletzungsfähigkeit zu beseitigen. Die Kastration ist eine Operation, welche bei allen Thieren ausgeführt werden kann, welche zu Zuchtzwecken nicht mehr verwendet werden sollen. Sie wird ausgeführt, um die Thiere zu verhindern, sich fortzupflanzen, um ihre Mastfähigkeit und Fleischqualität zu verbessern, um ihre Gutmüthigkeit zu erhalten, um ihre Arbeitsfähigkeit zu erhalten, um ihre Milchabsonderung zu beseitigen, um ihre Verletzungsfähigkeit zu beseitigen. Die Kastration ist eine Operation, welche bei allen Thieren ausgeführt werden kann, welche zu Zuchtzwecken nicht mehr verwendet werden sollen. Sie wird ausgeführt, um die Thiere zu verhindern, sich fortzupflanzen, um ihre Mastfähigkeit und Fleischqualität zu verbessern, um ihre Gutmüthigkeit zu erhalten, um ihre Arbeitsfähigkeit zu erhalten, um ihre Milchabsonderung zu beseitigen, um ihre Verletzungsfähigkeit zu beseitigen.

Digitized by Google

Fig. 52. Ants, *Formica rufa*, L. (1) Female with wings. (2) Male. (3) Worker. (4) Pupa. (5) Larva. (6) Egg. (7) Worker carrying pupa. (8) Worker carrying egg. (9) Worker carrying dead ant. (10) Worker carrying dead fly. (11) Worker carrying dead caterpillar. (12) Worker carrying dead beetle. (13) Worker carrying dead spider. (14) Worker carrying dead earwig. (15) Worker carrying dead woodlouse. (16) Worker carrying dead millipede. (17) Worker carrying dead centipede. (18) Worker carrying dead snail. (19) Worker carrying dead slug. (20) Worker carrying dead earthworm. (21) Worker carrying dead leech. (22) Worker carrying dead crustacean. (23) Worker carrying dead arachnid. (24) Worker carrying dead insect. (25) Worker carrying dead vertebrate. (26) Worker carrying dead invertebrate. (27) Worker carrying dead plant. (28) Worker carrying dead fungus. (29) Worker carrying dead bacterium. (30) Worker carrying dead virus. (31) Worker carrying dead protozoan. (32) Worker carrying dead alga. (33) Worker carrying dead lichen. (34) Worker carrying dead moss. (35) Worker carrying dead fern. (36) Worker carrying dead flowering plant. (37) Worker carrying dead conifer. (38) Worker carrying dead cycad. (39) Worker carrying dead ginkgo. (40) Worker carrying dead gnetophyte. (41) Worker carrying dead angiosperm. (42) Worker carrying dead monocot. (43) Worker carrying dead dicot. (44) Worker carrying dead eudicot. (45) Worker carrying dead rosid. (46) Worker carrying dead asterid. (47) Worker carrying dead caryophyllid. (48) Worker carrying dead basal angiosperm. (49) Worker carrying dead magnoliid. (50) Worker carrying dead monocot. (51) Worker carrying dead eudicot. (52) Worker carrying dead rosid. (53) Worker carrying dead asterid. (54) Worker carrying dead caryophyllid. (55) Worker carrying dead basal angiosperm. (56) Worker carrying dead magnoliid. (57) Worker carrying dead monocot. (58) Worker carrying dead eudicot. (59) Worker carrying dead rosid. (60) Worker carrying dead asterid. (61) Worker carrying dead caryophyllid. (62) Worker carrying dead basal angiosperm. (63) Worker carrying dead magnoliid. (64) Worker carrying dead monocot. (65) Worker carrying dead eudicot. (66) Worker carrying dead rosid. (67) Worker carrying dead asterid. (68) Worker carrying dead caryophyllid. (69) Worker carrying dead basal angiosperm. (70) Worker carrying dead magnoliid. (71) Worker carrying dead monocot. (72) Worker carrying dead eudicot. (73) Worker carrying dead rosid. (74) Worker carrying dead asterid. (75) Worker carrying dead caryophyllid. (76) Worker carrying dead basal angiosperm. (77) Worker carrying dead magnoliid. (78) Worker carrying dead monocot. (79) Worker carrying dead eudicot. (80) Worker carrying dead rosid. (81) Worker carrying dead asterid. (82) Worker carrying dead caryophyllid. (83) Worker carrying dead basal angiosperm. (84) Worker carrying dead magnoliid. (85) Worker carrying dead monocot. (86) Worker carrying dead eudicot. (87) Worker carrying dead rosid. (88) Worker carrying dead asterid. (89) Worker carrying dead caryophyllid. (90) Worker carrying dead basal angiosperm. (91) Worker carrying dead magnoliid. (92) Worker carrying dead monocot. (93) Worker carrying dead eudicot. (94) Worker carrying dead rosid. (95) Worker carrying dead asterid. (96) Worker carrying dead caryophyllid. (97) Worker carrying dead basal angiosperm. (98) Worker carrying dead magnoliid. (99) Worker carrying dead monocot. (100) Worker carrying dead eudicot.

Digitized by Google

Fig. 57.—Ancient Egyptian Boat, with Rowers and Steersmen.

Boat. A vessel of small size, usually open, and propelled by oars. Boats are carried by ships of all sizes, and are used for many purposes, such as for landing passengers and goods, for fishing, for pleasure, &c. Boats are also used for the purpose of saving life from wrecks, and for this purpose they are usually provided with air-tight compartments, which prevent them from sinking when filled with water. Boats are also used for the purpose of attacking ships, and for this purpose they are usually provided with a ram, or with torpedoes. Boats are also used for the purpose of carrying mails, and for this purpose they are usually provided with a mail-bag. Boats are also used for the purpose of carrying passengers, and for this purpose they are usually provided with seats. Boats are also used for the purpose of carrying goods, and for this purpose they are usually provided with a hold. Boats are also used for the purpose of carrying cattle, and for this purpose they are usually provided with a pen. Boats are also used for the purpose of carrying timber, and for this purpose they are usually provided with a boom. Boats are also used for the purpose of carrying coal, and for this purpose they are usually provided with a bunker. Boats are also used for the purpose of carrying oil, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying water, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying ice, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying fish, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying wine, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying beer, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying milk, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying cream, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying butter, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying cheese, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying eggs, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying poultry, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying game, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying vegetables, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying fruit, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying flowers, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying plants, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying trees, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying shrubs, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying bulbs, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying seeds, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying manure, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying soil, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying sand, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying gravel, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying stones, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying bricks, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying mortar, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying cement, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying lime, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying coal, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying iron, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying steel, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying copper, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying brass, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying lead, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying tin, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying gold, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying silver, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying platinum, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying mercury, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying quicksilver, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying diamonds, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying rubies, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying sapphires, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying emeralds, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying pearls, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying opals, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying turquoises, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying garnets, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying amethysts, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying topazes, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying agates, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying jasper, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying onyx, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying carnelian, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying chrysoprase, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying heliotrope, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying bloodstone, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying lapis lazuli, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying malachite, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying obsidian, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying pumice, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying sandstone, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying slate, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying soapstone, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying talc, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying tripoli, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying whetstone, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying yellow ochre, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc white, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc yellow, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc green, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc blue, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc red, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc black, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc brown, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc orange, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc violet, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc indigo, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc ultramarine, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc cobalt, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc manganese, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc iron, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc copper, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc lead, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc tin, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc gold, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc silver, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc platinum, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc mercury, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc quicksilver, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc diamonds, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc rubies, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc sapphires, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc emeralds, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc pearls, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc opals, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc turquoises, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc garnets, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc amethysts, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc topazes, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc agates, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc jasper, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc onyx, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc carnelian, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc chrysoprase, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc heliotrope, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc bloodstone, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc lapis lazuli, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc malachite, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc obsidian, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc pumice, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc sandstone, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc slate, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc soapstone, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc talc, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc tripoli, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc whetstone, and for this purpose they are usually provided with a tank. Boats are also used for the purpose of carrying zinc

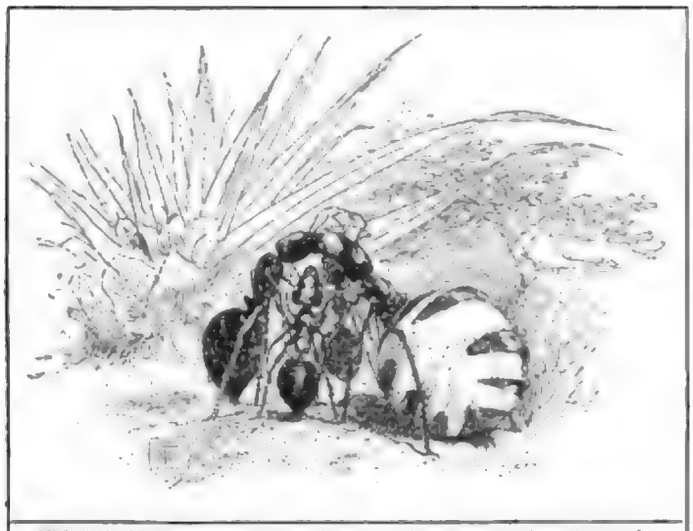


Abb. 612. Myrmecocystus hortus deorum. „Honigtopf", gewöhnliche Arbeiter mit heraufgewürgtem Honig fütternd. Nach Mc Cook.

fliehen. Und der letzteren wartet eine unabsehbare Zahl auf sie. Wie die Drohnen, so sind auch die geflügelten Geschlechtsstadien der Ameisen eine beliebte Kost für alle Insektenfresser. Libellen, Schwalben, Rotschwänzchen, alle möglichen andern insektenfressenden Vögel, Eidechsen, Kröten und Frösche und insektenfressende Säugetiere fallen von allen Seiten über sie her.

Auch viele Weibchen gehen zugrunde, ohne befruchtet worden zu sein. Aber auch die befruchteten Individuen sind von tausend Gefahren umgeben. Die große Mehrzahl von ihnen kommt nicht dazu, ihre eigentliche Lebensaufgabe zu erfüllen, nämlich eine neue Kolonie zu gründen. Es kommt so gut wie niemals vor, daß eine befruchtete Königin in dasselbe Nest zurückkehrt, dem sie ihren Ursprung verdankt, ja es ist beobachtet worden, daß, wenn sie zufällig in ein lebenskräftiges Nest der eigenen Art gerät, sie dann alsbald getötet wird. Normalerweise erfolgt durch eine befruchtete Königin die Gründung eines neuen Staates. Das ist also ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Bienen und erinnert uns mehr an die Verhältnisse bei den Wespen und Hummeln. Aber wir müssen im Auge behalten, daß ein solcher Ameisenstaat ein perennierender Staat ist, also wie ein Bienenstaat jahrelang bestehen bleibt. Und auch in der Gründungsweise werden wir mancherlei Unterschiede gegenüber den Wespen und Hummeln zu konstatieren haben. Es können mehrere Weibchen gemeinsam zur Gründung eines neuen Staates schreiten. Der typische Fall ist aber, daß ein einzelnes Weibchen das Werk allein unternimmt.

Ist es nach dem Hochzeitsflug auf dem Boden wieder angelangt, so wirft es zunächst seine Flügel ab. Dieselben brechen an einer präformierten Stelle durch. Bei manchen

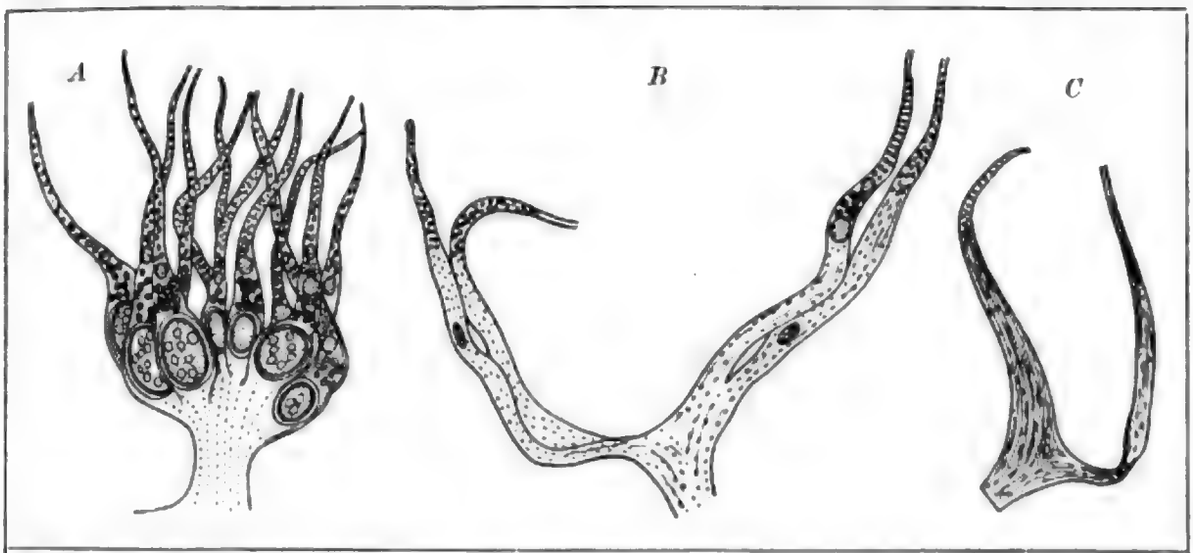


Abb. 613. Flügelstücke. *A* von einer Königin von Myrmica laevinodis. *B* von einer Arbeiterin von Formica pratensis. *C* von einer Arbeiterin von Lasius fuliginosus. Vergr. ca. 150 mal. Nach Bickford.

Digitized by Google

Fig. 1. Ansicht der Ausgrabungsstätte von Südosten. Im Vordergrund Mauer 1, dahinter Mauer 2.

Mauer 1 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 2 ist 0,80 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 3 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 4 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 5 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 6 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 7 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 8 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 9 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 10 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 11 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 12 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 13 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 14 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 15 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 16 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 17 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 18 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 19 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 20 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 21 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 22 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 23 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 24 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 25 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 26 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 27 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 28 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 29 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 30 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 31 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 32 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 33 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 34 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 35 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 36 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 37 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 38 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 39 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 40 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 41 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 42 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 43 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 44 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 45 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 46 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 47 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 48 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 49 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 50 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 51 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 52 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 53 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 54 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 55 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 56 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 57 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 58 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 59 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 60 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 61 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 62 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 63 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 64 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 65 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 66 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 67 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 68 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 69 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 70 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 71 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 72 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 73 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 74 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 75 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 76 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 77 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 78 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 79 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 80 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 81 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 82 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 83 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 84 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 85 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 86 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 87 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 88 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 89 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 90 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 91 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 92 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 93 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 94 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 95 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 96 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 97 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 98 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 99 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m. Mauer 100 ist 0,60 m stark und besteht aus Bruchsteinen, die in Lehm gesetzt sind. Sie ist 1,20 m hoch erhalten und hat eine Länge von 3,50 m.

Fig. 1. Bronze Age Cemetery, Barrow 1, Skeleton 1, Grave Goods

Fig. 2. Bronze Age Cemetery, Barrow 1, Skeleton 2, Grave Goods

Fig. 3. Bronze Age Cemetery, Barrow 1, Skeleton 3, Grave Goods

Fig.

Materialien hervorzuzaubern, vielfach täuscht auch der Charakter des Materials, die Architektur eine Rolle bei der Gestaltung zu spielen.

Noch einfacher bleiben aber Mauwerk und Holz bei Turnen vorgeschrieben. Bei manchen Neubauten sieht bei diesen Räumen das Holz wie Mauwerk aus, man hält beim ersten Blicke die Wandflächen für Steinflächen, bis man bei genauerem Hinsehen erkennt, daß man Holzgetäfel vor sich hat. Die Vorspringung in einem Raume ein Charakter ist man überzeugt werden. Beispielsweise ist, daß in die eingefügten Fenster eine ungefähr vierfache Mauerstärke besitzen. Es ist es nicht verwunderlich, daß man im Hall Gelegenheit hat, Mauern von 2 Meter Stärke bewundern zu können.

Bei den Wohnungen der Bauern zeigen die Wandkonstruktionen eine besondere Eigentümlichkeit. Sie bestehen aus einem Holzgerüst, das mit Steinen ausgefüllt ist. Die Steine zu diesen Ausfüllungen pflegen in der Nähe der Baustelle gebrochen zu werden. Sie werden nicht behauen, sondern so, wie sie gebrochen sind, in Mörtel eingebettet. Es ist leicht begreiflich, daß diese Wände nicht gerade sehr schön aussehen. Meistens werden sie deshalb noch verputzt. Manchmal aber verzichtet man auf diesen Verputz und läßt die Steine sehen. Dann sieht man, daß sie nicht in Reihen gelegt sind, sondern daß man einfach die Steine hineingeworfen hat, wie sie gerade hineinfielen. Natürlich haben diese Wände eine ungeheure Stärke. Sie sind so dick, daß man in ihnen Fenster so tief hineinsetzen kann, daß man sich bequem darin niedersetzen kann. Es ist begreiflich, daß diese Wände sehr gut gegen Kälte und Hitze schützen.

Abb. 68. Innenansicht eines Bauernhauses, nach Hall in Tirol. Die Wände sind aus Steinen und Mörtel hergestellt, die Balken sind mit Holz verkleidet.

Wie bei Wohnungen, so ist auch bei Turnhallen Licht und Luft von großer Wichtigkeit. Es ist begreiflich, daß diese Wände sehr gut gegen Kälte und Hitze schützen. Wie bei Wohnungen, so ist auch bei Turnhallen Licht und Luft von großer Wichtigkeit. Es ist begreiflich, daß diese Wände sehr gut gegen Kälte und Hitze schützen.

Universitätsbibliothek Braunschweig

Fig. 107. Haushaltungsschule für Mädchen in Lausanne. Kl. Kochschule.

Kochschule. Kl. Waschküche. Kl. Plättstube. Kl. Nähstube. Kl. Bügelstube.

Exemplare nach einer Skizze von Jacques-Gachelin. Sind Schulräume für Haushaltungsunterricht beabsichtigt, so sind folgende Zusammenstellungen der hauptsächlichsten Räume zu empfehlen: 1) Kochschule, Speisezimmer, Waschküche mit Trockenzimmer, wo die Schülerinnen nur Kochen und Waschen lernen. Diese Einrichtung ist wohl zu billigen, aber Haushaltungsschulen müssen mehr bieten und brauchen zu diesem Zwecke, wie auch gleich nachstehende Pläne zeigen, noch weitere Räume. 2) Kochschule, Speisezimmer, Waschküche mit Trockenzimmer, Nähstube und Plättstube. Diese Einrichtung ist schon besser, aber noch nicht vollständig. Es fehlt noch die Bügelstube, die Nähstube ist zu klein und zu gering, und es fehlt dazu ein Zeichensaal

Fig. 1. Female. **Fig. 2.** Male. **Fig. 3.** Head of male. **Fig. 4.** Wing. **Fig. 5.** Antenna. **Fig. 6.** Proboscis. **Fig. 7.** Foot. **Fig. 8.** Claw. **Fig. 9.** Pupa. **Fig. 10.** Larva. **Fig. 11.** Head of larva. **Fig. 12.** Tail of larva. **Fig. 13.** Tail of pupa.

Fig. 14. Head of female. **Fig. 15.** Head of male. **Fig. 16.** Wing. **Fig. 17.** Antenna. **Fig. 18.** Proboscis. **Fig. 19.** Foot. **Fig. 20.** Claw. **Fig. 21.** Pupa. **Fig. 22.** Larva. **Fig. 23.** Head of larva. **Fig. 24.** Tail of larva. **Fig. 25.** Tail of pupa.

Digitized by the Internet Archive in 2010 with funding from University of Toronto

Abb. 102. Apparat zur Bestimmung der Lungenkapazität (Spirometer) nach Hutchinson. Aus: Otto Rosenbach: Lehrbuch der Physiologie. Berlin 1904.

Ebenso wie die Temperatur ist die Lungenkapazität von Mann zu Mann verschieden. Sie beträgt, wie Hutchinson feststellte, bei Männern von 1,70 m Körperlänge und 20 Jahren durchschnittlich 3,4 Liter, bei 1,80 m Körperlänge und 25 Jahren 4,2 Liter, bei 1,70 m Körperlänge und 40 Jahren 3,2 Liter. Bei Frauen ist sie durchschnittlich um 25—27 % kleiner.

Wie bei der Temperatur so bedeuten Zunahme oder Abnahme der Lungenkapazität, besonders in den Tropen, Abnahme der Leistungsfähigkeit, welche Zeichen für Krankheit sind. Bei Lungenschwindsucht, Herzkrankheiten, Wassersucht, Bleichsucht, Blutarmut, Fieberkrankheiten, Rippenfellentzündung, Lungenentzündung, Keuchhusten, Asthma, Lungenblähung, Lungenschrumpfung, Verwachsungen der Lungenflügel mit dem Brustkorb, Verengerung der Luftröhre, Lähmung des Zwerchfells, Verkrümmung der Wirbelsäule, Rückgratsverkrümmung, Skoliose, Buckel, Hohlkreuz, Schwangerschaft, Geschwülsten, Entzündungen, Eiterungen, Verletzungen, Verbrennungen, Verbrühungen, Erfrierungen, Vergiftungen, Blutvergiftungen, Blutungen, Blutverlust, Ohnmachten, Schwächezuständen, Abmagerung, Fettsucht, Wassersucht, Gelbsucht, Hautkrankheiten, Hautausschlägen, Geschwüren

wie ein Scharfrichter wie in der Türkei und Italien, sondern. Da ist aber wohl auch hohen Alters herzuleitungsgut, besonders aufgenommen einer Stadt, die dadurch, daß sie Ratten und Insekten fernhielt, Ansiedlungslustige ins Innere zum Zuzug lockte, und damit der Königsstein der Mauritius zugleich ist und mit Sicherheit vorauszusetzen, daß der Überlieferungsstempel nicht verwischt. Gerade Überlieferungen kommen in den Tempeln viel häufiger vor, z. B. bei Ägypten, Griechenland, Persien, Asien, Germanien und Deutschland. Manche von ihnen stammen deshalb so tief in das Altertum zurück, weil sie einem Gotte, Heros oder Fürsten, die Ruhm und Segen ins Land brachten, Dankbarkeit, Liebe und Verehrung

Abb. 109. Rattenfänger, Lebensgroßes Modell in der Sammlung des Verfassers. Nach einer Photographie. Siehe auch Abb. 110. Ring und Ort fehlen. Ratzeburg in der Mittelmark, ausgestorbene Rattenfängerstadt.

zollen. Wenn sie dann, wie Ratten und Insekten, Feinde, Unheil, Krankheiten, Seuchen, Hungersnot, Mißwachs, Mißernte, Unfruchtbarkeit, Unglück, Unwetter, Hagel, Feuer, Blitz und Not jeglicher Art, Ungeziefer, Ungetüme, Drachen, Schlangen, Würmer, Raupen, Heuschrecken, Maikäfer, Engerlinge, Mäuse, Ratten, Wölfe, Bären, Schweine, Hunde, Katzen, Füchse, Hasen, Kaninchen, Vögel, Fische, Krebse, Frösche, Kröten, Eidechs

Abb. 64. Stoff zur reklame für Waldmeister (Aufgenommen Berlin, Friedrich-Wilhelm-Straße).

meister. Die Blätter werden getrocknet, hierauf in feines Pulver verwandelt. Dieses wird in ein großes Gefäß, meist in Wasser, das bereits Gummi aufgelöst, heute für Leute in der sozialistischen Zukunft diese Klebstoffe. Man mit Leinen filtriert. Dieses Filtrat wird in Flaschen gefüllt, mit Etiketten versehen. Fertig! Ich benutze hiermit die Gelegenheit, um den Herren Fabrikanten, welche Leim, Gummi, Stärke, Dextrin und sonstige Klebstoffe herstellen, meine Dienste anzubieten. Ich bin in der Lage, ihnen Klebstoffe für jeden Zweck herzustellen, welche sich durch ihre Billigkeit, Reinheit und Güte auszeichnen. Ich bitte daher, mich mit Anfragen und Offerten gütigst zu beehren.

Ich wollte an dieser Stelle nicht auf die Klebstoffindustrie eingehen, welche Hunderttausende von Arbeitern beschäftigt und Millionen Kapitalien investiert hat, sondern nur auf einen Spezialfall hinweisen, der in Deutschland eine große Rolle spielt, nämlich auf die Herstellung von Klebstoffen aus Fischabfällen. Bekanntlich werden in Deutschland jährlich Millionen Kilogramm Fische gefangen, von denen ein großer Teil, besonders Heringe, Sardinen, Sprotten, Aale, Lachse, Neunaugen, Stockfische, Salzfische, Fischkonserven, Fischmehl, Fischguano, Fischleim, Fischgelatine, Fischhausenblase, Fischtran, Fischöl, Fischbein, Fischhorn, Fischleder, Fischhaut, Fischschuppen, Fischperlmutter

Fig. 1. Nest of *Ploceus cucullatus*, Müll., from Senegambia. Fig. 2. Nest of *Ploceus nigricollis*, Vieill., from Senegambia. Fig. 3. Nest of *Ploceus nigricollis*, Vieill., from Senegambia. Fig. 4. Nest of *Ploceus nigricollis*, Vieill., from Senegambia. Fig. 5. Nest of *Ploceus nigricollis*, Vieill., from Senegambia. Fig.

Abb. 288. Kolkrabe auf Beute lauernd.
Nach Photographie von Prof. Dr. Liebscher.

Nahrungsmittel, so verfolgt Pfeifer-ameisen, Myra, Tetramorium caespitum. Er eine ihre große Herrschaft für Reinlichkeit, sie sind beständig damit beschäftigt, ihre Wohnung rein, sauber zu halten. Deshalb sorgen sie auch für Ordnung, Ruhe und Frieden in ihrem Staate. Sie lieben es, ihre Wohnungen in Gesellschaft anderer Ameisen zu beziehen, wenn sie aber einmal ihre Wohnung verlassen, so ziehen sie nicht mehr dauernd in eine andere Wohnung ein, sondern sie kehren immer wieder in ihre alte Wohnung zurück. Sie sind sehr gastfreundlich und nehmen gern fremde Ameisen auf, wenn sie nur ihre Sitten und Gebräuche annehmen. Sie sind sehr gute Wächter für ihre Wohnungen und Nester und lassen keine fremden Ameisen ein, wenn sie nicht ihre Sitten und Gebräuche annehmen. Sie sind sehr gute Wächter für ihre Wohnungen und Nester und lassen keine fremden Ameisen ein, wenn sie nicht ihre Sitten und Gebräuche annehmen.

Gemeinde mit 2000 Einw., 1 km
südl. an der Wied, an der Linie Neuwied-Altenkirchen der Preuß. Staatsbahn, Station der Linie Neuwied-Dierdorf der Neuwied-Kleinbahnen, Sitz des Amtsgerichts Neuwied, hat eine kath. Kirche, ein Schloß, eine Bierbrauerei, Dampfsägewerke und Bimssteinbrüche.

Schloß Monrepos.

Monrepos, Schloß, s. Neuwied.

Montabaur, Kreisstadt im Regierungsbezirk Koblenz, 1 km südl. an der Linie Koblenz-Frankfurt der Preuß. Staatsbahn, Station der Linie Montabaur-Hachenburg der Westerwaldbahn, Sitz des Amtsgerichts Montabaur, hat 2 kath. Kirchen, ein Schloß, ein Progymnasium, ein Lehrerseminar, eine Taubstummenanstalt, eine Bierbrauerei, Dampfsägewerke und Bimssteinbrüche.

Montabaur, Amtsgericht, s. Montabaur.

Montabaur, Lehrerseminar, s. Montabaur.

Montabaur, Progymnasium, s. Montabaur.

Montabaur, Taubstummenanstalt, s. Montabaur.

Montabaur, Schloß, s. Montabaur.

Montabaur-Hachenburg, Linie der Westerwaldbahn, s. Montabaur.

Montabaur-Hachenburg, Linie der Neuwied-Kleinbahnen, s. Montabaur.

Montabaur-Hachenburg, Linie der Preuß. Staatsbahn, s. Montabaur.

Montabaur-Koblenz, Linie der Preuß. Staatsbahn, s. Montabaur.

Montabaur-Koblenz, Linie der Westerwaldbahn, s. Montabaur.

Montabaur-Neuwied, Linie der Neuwied-Kleinbahnen, s. Montabaur.

Montabaur-Neuwied, Linie der Preuß. Staatsbahn, s. Montabaur.

Montabaur-Neuwied, Linie der Westerwaldbahn, s. Montabaur.

Montabaur-Wirges, Linie der Westerwaldbahn, s. Montabaur.

Montabaur-Wirges, Linie der Preuß. Staatsbahn, s. Montabaur.

Montabaur-Wirges, Linie der Neuwied-Kleinbahnen, s. Montabaur.

Montabaur, Westerwaldbahn, s. Montabaur.

Montabaur, Westerwaldbahn, Linie Montabaur-Hachenburg, s. Montabaur.

Montabaur, Westerwaldbahn, Linie Montabaur-Koblenz, s. Montabaur.

Montabaur, Westerwaldbahn, Linie Montabaur-Neuwied, s. Montabaur.

Montabaur, Westerwaldbahn, Linie Montabaur-Wirges, s. Montabaur.

Monte Carlo, Spielbank, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Neuwied-Kleinbahnen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Preuß. Staatsbahn, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Westerwaldbahn, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Kleinbahnen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Altenkirchen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Altenkirchen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Altenkirchen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Altenkirchen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Altenkirchen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Altenkirchen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Altenkirchen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Altenkirchen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Altenkirchen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Altenkirchen, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Dierdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Hachenburg, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Waldbreitbach-Rengsdorf, s. Neuwied.

Monte Carlo, Spielbank, Linie der Wied-Westerwaldbahn, Linie Neuwied-Waldbreitbach

Abb. 104. Fall eines schwachen Baumstammes bei starkem Sturm.
Nach: L. Ong, Holzgewächse und ihre Kultur.

leichen Gleichgewichtslage der Zuckerausscheidung zu gestalten. Wenn die Blätter noch ausgewachsen sind, so ist ihre Assimilationsenergie noch eine sehr große. Sie sind noch saftig und hier wird assimilierte gebildete Stärke in Zucker umgewandelt, ohne daß sie dem Verbrauch, wie der Wachstum, wie bei Früchten verfügbar, und von Nutzen ist. Sie werden dadurch nur ein Ballast für die Pflanze, der sie unnötig belastet. Ist das Laub ausgewachsen, so ist es bereits ausgereift, hat seine Funktion vollendet. Es beginnt zu welken. Es ist nicht mehr saftig, sondern trocken und spröde. Es ist nicht mehr imstande, Zucker in Stärke umzuwandeln, sondern es wandelt Stärke in Zucker um. Es ist nicht mehr imstande, Zucker zu verbrauchen, sondern es muß ihn ausführen

Kartoffel, eine von Südamerika stammende, jetzt in allen Erdteilen kultivierte Pflanze, die zu den Solanaceen gehört und in Peru und Chile wild wächst. Sie ist ausdauernd, wird aber bei uns nur einjährig gebaut. Ihr Stengel ist krautig, 1–2 m hoch, aufrecht, ästig, kantig, mit unterbrochen gefiederten Blättern, deren Fiederblättchen ganzrandig sind. Die Blüten stehen in Trugdolden und sind weiß, rötlich oder violett. Die Frucht ist eine zweifächerige, vielsamige Beere. Die Knollen sind unterirdische Seitensprossen, die sich an der Spitze der Ausläufer bilden. Sie sind mit Blattschuppen besetzt, in deren Achseln die Augen stehen, aus denen die Triebe hervorgehen. Die Knollen sind reich an Stärkemehl und Eiweiß und werden als Nahrungsmittel für Menschen und Tiere, zur Spiritusbereitung und zur Stärkefabrikation benutzt. Die Kartoffel wird durch Knollen fortgepflanzt, die in Furchen gelegt werden. Sie gedeiht am besten in lockerm, humosem, feuchtem Boden. Die Ernte findet im September und Oktober statt. Die Knollen werden in Kellern, Mieten oder Gruben aufbewahrt. Die Kartoffel wird von vielen Krankheiten und Feinden heimgesucht, z. B. von der Kartoffelfäule, dem Kartoffelkrebs, dem Kartoffelschorf, der Kartoffelkrankheit, dem Kartoffelkäfer, dem Kartoffelschildkäfer, dem Kartoffelbohrer, der Kartoffelmotte, der Kartoffelgallmücke, dem Kartoffelnematoden, dem Kartoffelälchen, der Kartoffelblattlaus, der Kartoffelwanze, der Kartoffelzikade, der Kartoffelmilbe, dem Kartoffelerdfloh, dem Kartoffelerdflohkäfer, dem Kartoffelerdfloh-Rüsselkäfer, dem Kartoffelerdfloh-Blattkäfer, dem Kartoffelerdfloh-Schildkäfer, dem Kartoffelerdfloh-Bohrer, der Kartoffelerdfloh-Motte, der Kartoffelerdfloh-Gallmücke, dem Kartoffelerdfloh-Nematoden, dem Kartoffelerdfloh-Älchen, der Kartoffelerdfloh-Blattlaus, der Kartoffelerdfloh-Wanze, der Kartoffelerdfloh-Zikade, der Kartoffelerdfloh-Milbe, dem Kartoffelerdfloh-Erdfloh, dem Kartoffelerdfloh-Er

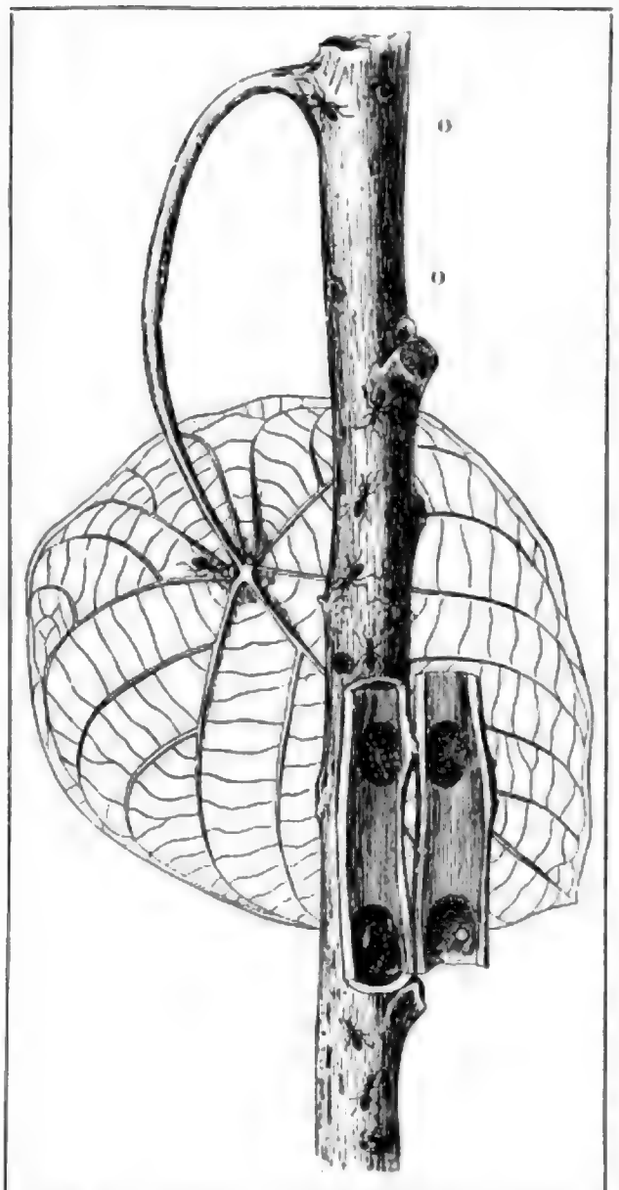


Abb. 631. Stamm und Blatt von Endospermum formicarum; Stamm bewohnt von Kolonien von Camponotus quadriceps. Bei O, O zwei Öffnungen, an der Vereinigungsstelle von Blatt und Stiel zwei Nektarien. Nach Dahl.

leben. Genauere Forschungen haben gezeigt, daß dieser gemeinsame Haushalt darauf beruht, daß gewisse Ameisenarten die Gewohnheit angenommen haben, Sklaven zu halten. Die Weibchen mancher Ameisen haben die Fähigkeit verloren, selbständig neue Kolonien zu gründen. Wir haben früher schon gehört, daß befruchtete Ameisenköniginnen von Arbeitern derselben Art aufgenommen werden können; diese Handlung kann den Ausgangspunkt für die Gründung eines neuen Staates bilden. Es können aber solche Königinnen auch von Arbeitern einer andern Art aufgenommen werden, und schließlich kann die Vereinigung auch mit einem befruchteten Weibchen einer andern Art stattfinden, welches dann mit der eigenen Brut auch die der fremden Königin aufzieht. Diese beiden letzten Methoden führen zur Bildung von gemischten Kolonien. Es fehlt uns hier der Raum, um die vielen eigenartigen Stufen, welche Instinkt und Gewohnheiten bei der Bildung dieser gemischten Kolonien durchlaufen, im einzelnen zu besprechen. Es muß uns hier der Hinweis genügen, daß z. B. in Kolonien, welche durch Aufnahme einer befruchteten Königin durch Arbeiter einer fremden Art entstanden sind, wenn letztere, die sogenannten Hilfsameisen, infolge des Mangels einer eigenen befruchteten Königin ausgestorben sind (also z. B. bei Formica sanguinea) von den aus den Eiern der Königin entstandenen Arbeitern Puppen in fremden Nestern geraubt werden. Eine gemischte Kolonie, welche primär eine Adoptionskolonie war, wird so sekundär zu einer Raubkolonie. Der Raub der Puppen findet während regulärer Kriegszüge statt, wobei ein fremdes Nest überfallen wird, die Verteidiger in Massen getötet und zurückgeschlagen werden, um das Ziel zu erreichen, zu den Puppen zu gelangen und diese zu rauben. Sie werden in das eigene Nest transportiert, dort sorgfältig gepflegt, und, sobald sie ausgekrochen sind und ihre Instinkte erwachen, beginnen sie sogleich, die ihnen eigentümlichen Tätigkeiten im Interesse ihrer artfremden Herren auszuüben. Sie bauen deren Nest, sie schleppen Nahrung für sie herbei, sie pflegen die von deren Königin erzeugte Nachkommenschaft, kurz, sie stellen ganz regelrecht eine Sklaventruppe im Dienste ihrer Herren dar. Die höchste Entwicklung der Sklaverei finden wir bei den Amazonenameisen, welche z. B. bei uns durch Polyergus rufescens vertreten sind. Es ist dies eine Ameise, die sich von allen übrigen einheimischen Arten durch die gänzlich verschiedene Bildung ihrer Mandibel

Digitized by Google

Fig. 1. Australneger mit Bumerang und Speer.

Digitized by Google

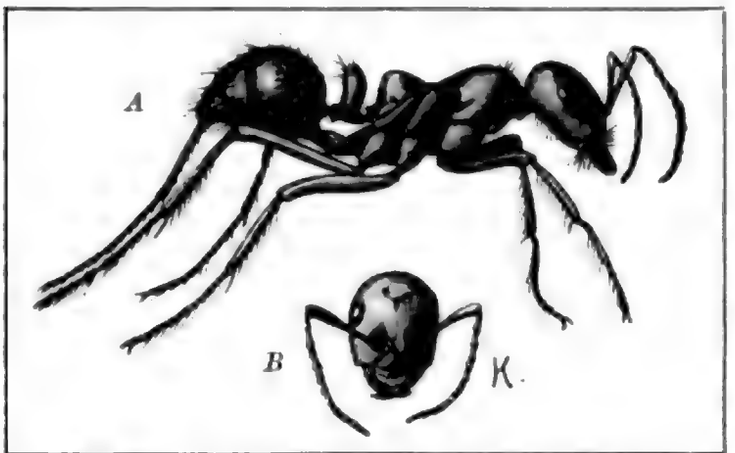


Abb. 633. Polyergus rufescens, Amazonenameiſe. *A* ganzes Tier von der Seite, *B* Kopf von vorn, um die ungezähnten, dolchförmigen Mandibel zu zeigen. Vergr. 10mal. Orig. nach der Natur.

Süßigkeiten ſind. Dieſe Süßigkeiten werden ihnen vielfach von anderen Tieren, von Blattläuſen, Schildläuſen und den Raupen der Bläulinge, geliefert. Von den erſteren iſt in einem früheren Kapitel S. 207 geſchildert worden, in welcher Weiſe ſie die zuckerhaltigen Zellſäfte aus den Pflanzen ſaugen. Den aufgenommenen Zellinhalt vermögen ſie nur unvollkommen zu verdauen, und ſo enthalten ihre Fäkalien vor allem reichlich unverarbeiteten Zucker. Dieſer wird von den Ameiſen ſehr begehrt, und um dieſer Exkremente willen ſuchen ſie mit Begierde die Blattläuſe auf. Wie auf der Abb. 159 S. 207 dargeſtellt iſt, pflegen ſich die Ameiſen hinter die Blattläuſe zu ſtellen und deren Rücken mit ihren Fühlern zu betrillern. Als Folge dieſer Behandlung hebt nach einiger Zeit die Blattlaus ihren Hinterleib in die Höhe und läßt aus dem After einen klaren, gelben Tropfen hervortreten, den die Ameiſe begierig aufleckt. Die Blattläuſe werden von den Ameiſen gegen ihre Feinde verteidigt; Blattlauseier werden von den Ameiſen geſammelt, die Wintereier oft in den Stöcken aufbewahrt und die aus ihnen ausſchlüpfenden jungen Blattläuſe im Frühjahr an die geeigneten Pflanzen getragen. Außer den gewöhnlichen Blattläuſen ſind es beſonders Wurzelläuſe, die von den Ameiſen ſogar in den Neſtern gehalten werden. Da dieſe Neſter oft um die Wurzeln von Pflanzen herum angelegt werden, ſo bei Lasius flavus und L. umbratus, und die Ameiſen an dieſen die Wurzelläuſe züchten, ſo richten ſie nicht ſelten, wie auch durch das Verſchleppen von Blattläuſen, an Forſt- und Gartenkulturen erheblichen Schaden an. Manche Ameiſenarten leben ſogar faſt ausſchließlich von Blattlausexkrementen, ſo z. B. Lasius flavus, auch andere Lasius-Arten ſowie Vertreter der Gattungen Camponotus und Myrmica. Das gegenſeitige Verhältnis, bei welchem den Blattläuſen Schutz zuteil wird, die Ameiſen dagegen ſüße Nahrung empfangen, bezeichnet man auch als Trophobioſe.

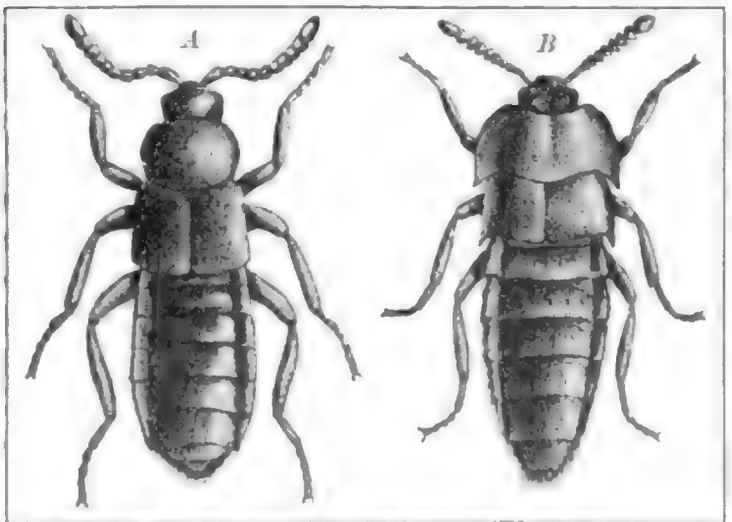


Abb. 634. *A* Myrmedonia funesta, eine Gnechthre von Lasius fuliginosus Latr., *B* Dinarda dentata, Gnechte von Formica sanguinea. Nach Wheeler

Eine ganze Anzahl von Tieren, welche zu den Ameiſen in einer ganz merkwürdigen engen Beziehung ſtehen, bezeichnen wir als Myrmekophile. Wasmann, welcher die eingehendſten Studien über dieſe Tiere gemacht hat, teilt ſie nach der Art ihrer Beziehungen in drei Hauptgruppen; dieſen ſchließt er als vierte noch die Paraſiten der Ameiſen an, die wir hier nicht genauer beſprechen wollen.

Digitized by Google

Die erſte Gruppe von Myrmekophilen ſind die ſogenannten Synechthren oder feindlich verfolgten Einmieter. Es ſind dies hauptſächlich Inſektenarten, welche in den Ameiſenneſtern als Raubtiere von den Ameiſen ſelbſt, ihren Eiern, Larven oder Puppen leben. Sie werden von den Ameiſen als Feinde behandelt, aber meiſt vermögen die Ameiſen ihrer nicht Herr zu werden. Die betreffenden Formen halten ſich im Ameiſenſtock ſehr verborgen, auch ſehen ſie oft den Ameiſen ſehr ähnlich, ſo daß ſie die Aufmerkſamkeit ihrer Wirte nicht erregen. Die bekannteſten Synechthren ſind Käfer aus der Familie der Staphyliniden, vor allem aus der Gattung Myrmedonia.

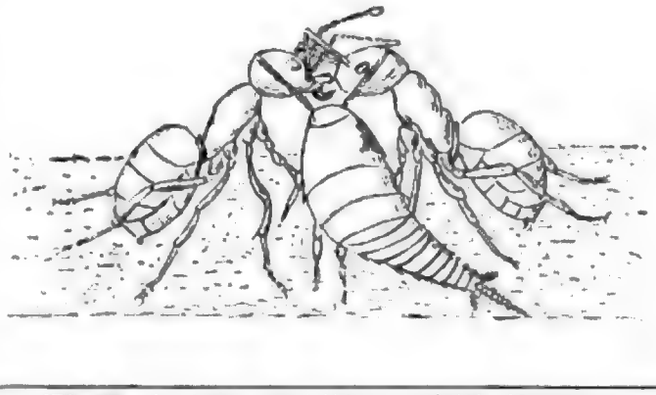


Abb. 635. Atelura, zwei ſich gegenſeitig fütternde Lasius mixtus-Arbeiter beſtehlend, indem ſie ihnen den Nahrungstropfen von den Lippen wegſchlürft. Nach Janet.

Die zweite Gruppe bezeichnet Wasmann als Synöken. Es ſind das indifferent geduldete Einmieter. Im Gegenſatz zu den Synechthren werden ſie von den Ameiſen nicht angegriffen, vor allem weil die Ameiſen ſie vielfach gar nicht ſehen oder erkennen. Sie ſind nämlich meiſt ſehr klein oder ſehen wie Holzſtückchen, Samenkörner, Erdklümpchen u. dgl. aus. Manche Synöken haben einen ſo feſten glatten Körperpanzer, daß die Ameiſen ſich gar nicht an ihnen vergreifen können. Wenn ſie alſo auch öfter ſie anzugreifen verſuchen, ſo pflegen ſie doch bald zu lernen, daß es ſich um unerwiſchbare Tiere handelt, und ſo laſſen ſie ſie meiſtens unbehelligt.

Von den Synöken ſuchen viele von den Nahrungsabfällen oder den Nahrungsvorräten ihrer Wirte ſich zu ernähren. Andere, wie die Dinarda-Arten, zerreißen und freſſen die Leichen ihrer Wirte. Bei manchen Formen kann man beobachten, daß ſie in einer ganz eigentümlichen Weiſe ihre Wirte beſtehlen. So ſtellen ſich Individuen aus den Gattungen Atelura, Myrmecophila, auch manche Dinarden, zwiſchen zwei Ameiſen, welche ſich gerade gegenſeitig füttern, und ſchlürfen ihnen den auf die Lippen tretenden Tropfen von Nahrungsſaft weg (Abb. 635). Selten freſſen Synöken die Brut ihrer Wirte, wie das z. B. Eſcherich bei der Larve von Clytra beobachtet hat, immerhin pflegt der Schaden, den die Synöken ihren Wirten zufügen, ſehr gering zu ſein. Man hat ſogar davon geſprochen, daß ſie ihren Wirten einen gewiſſen Nutzen bereiten, indem ſie zur Reinigung des Stockes beitragen, ja vielfach auch ihre Wirte ablecken und Paraſiten von ihrer Körperoberfläche wegfreſſen.

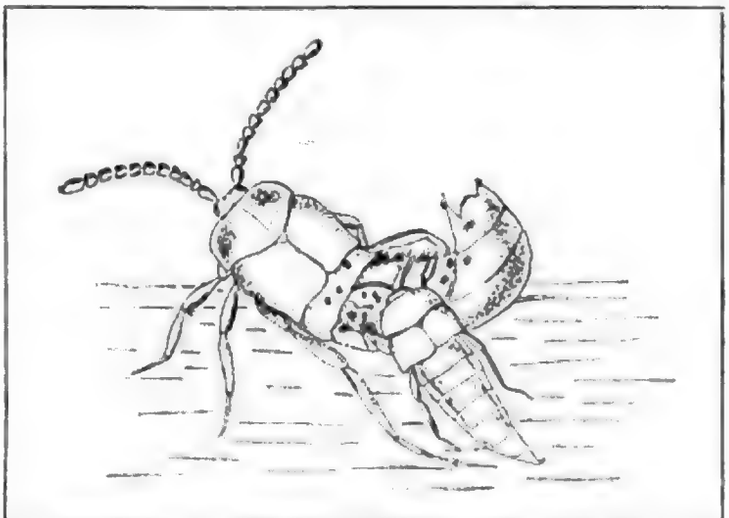


Abb. 636. Dinarda dentata, Milben von der Körperoberfläche von Lomechusa strumosa wegfreſſend. Nach Wasmann.

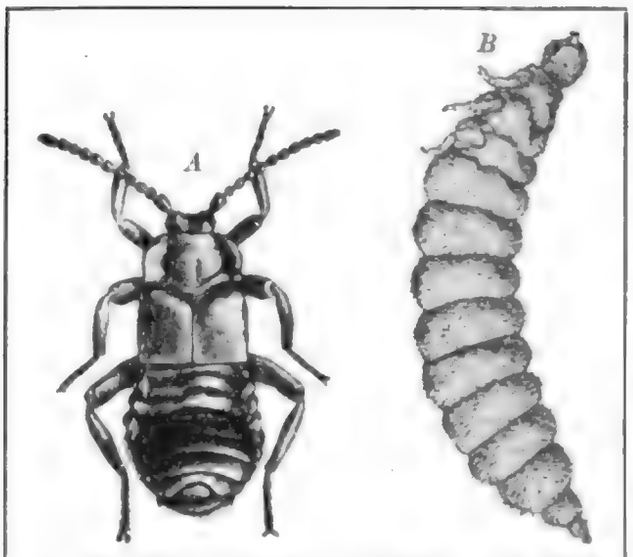


Abb. 637. Lomechusa strumosa. *A* Käfer im Imagozustand, *B* erwachsene Larve. Vergr. ca. 15 mal. Nach Wheeler.

Viel bedeutungsvoller sind die Beziehungen der Ameisen zur dritten Gruppe der Myrmekophilen, den sogenannten echten Gästen oder Symphilen. Das sind jene Tiere, welche man auch als die Haustiere der Ameisen bezeichnet hat, und diese Ausdrucksweise ist gar nicht unberechtigt, denn die Ameisen stehen zu ihnen in einem durchaus freundschaftlichen Verhältnis. Sie werden vielfach im Nest herumgetragen, man kann ihre Wirte oft dabei beobachten, wie sie ihre Symphilen sehr intensiv ablecken, ja manche Formen werden sogar von den Ameisen gefüttert. Die äußerste Vervollkommnung der Beziehungen zwischen Ameisen und ihren Gästen tritt uns bei der Gattung Lomechusa (Abb. 637) entgegen. Bei dieser symphilen Käfergattung werden sogar die Larven der Gäste von den Wirtsameisen gefüttert und aufgezogen. Alle diese Symphilen sind durch besondere Drüsenprodukte ihren Wirtsameisen außerordentlich angenehm. An verschiedenen Stellen des Körpers befinden sich bei ihnen Drüsen, deren Umgebung durch einen Besatz mit goldgelben steifen Härchen, den sogenannten Trichomen, ausgezeichnet ist. Durch Berührung dieser Trichome wird die Sekretion der Exsudatorgane angeregt, und das Exsudat wird von den Ameisen begierig aufgeleckt. Bei manchen Symphilen, wie z. B. bei der Gattung Claviger, sind die Fühler so umgebildet, daß sie ganz ähnlich wie diejenigen der Ameisen selbst zum Trillern verwendet werden können, und sie werden auch zu diesem Zweck gebraucht, wenn der Käfer von seinen Wirten in deren eigener Weise Nahrung verlangt; denn die Symphilen werden von den Ameisen ernährt, indem diese einen Tropfen Nahrungsflüssigkeit auf ihre Lippen austreten lassen, der von ersteren aufgeleckt wird. So finden wir denn bei den Symphilen oft eine auffallende Rückbildung der Mundteile; jene pflegen zu selbständiger Ernährung oft gar nicht mehr fähig zu sein. Bei den Arten der Familie der Paussiden sind die Fühler, die sonst meist zart gebildeten Träger der Geruchsorgane,

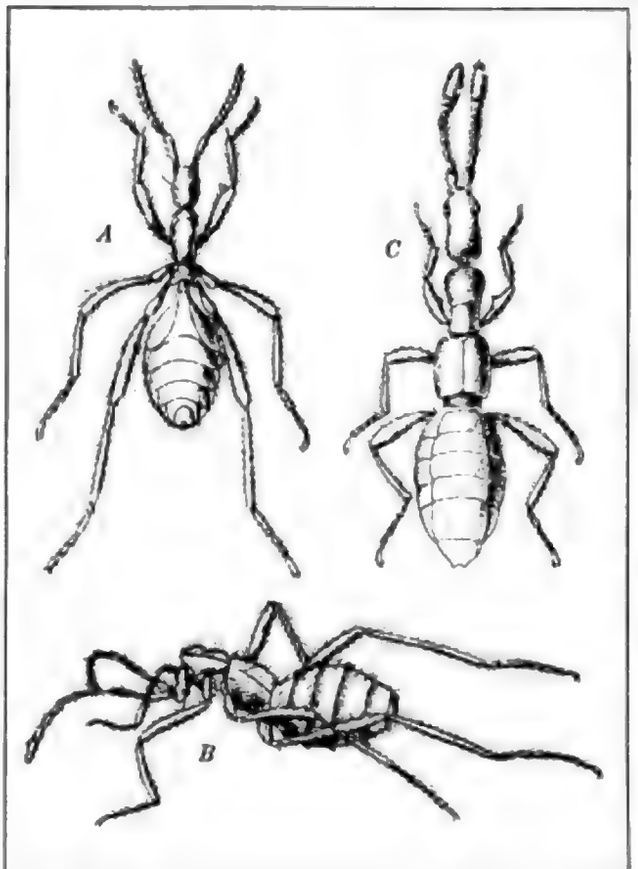


Abb. 638. Drei die Dorylinen, bei denen sie vorkommen, nachahmende Staphiliniden. *A* Mimeciton pulex, *B* Ecitomorpha simulans, *C* Dorylostethus wasmanni (vgl. hiermit Abb. 618 S. 735). Vergr. ca. 10 mal. Nach Wasmann.

Digitized by Google

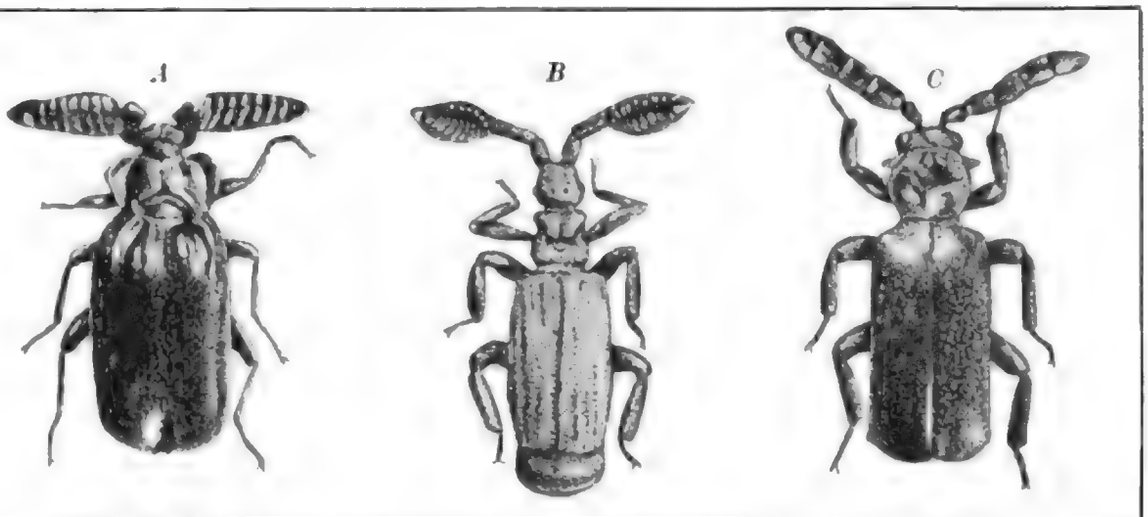


Abb. 639. Drei Arten von Paussiden mit vergrößerten Fühlern. *A* Pleuropterus brevicornis, *B* Paussus hova, *C* Pentaplatarthrus natalensis. Nach Wasmann aus Wheeler.

zu sehr kräftigen Bildungen geworden, an denen die Ameisen ihre Gäste bequem zu transportieren vermögen (Abb. 639 A—C).

Theoretisch von der größten Bedeutung ist die Tatsache, daß viele Symphile in einem Mimikryverhältnis zu ihren Gästen stehen. Sie sind durch ganz verschiedene Veränderungen in ihrem Körperbau ihren Wirten ähnlich gemacht, so daß sie gleichsam auch in ihrer äußeren Erscheinung zu Familienmitgliedern geworden sind. Das merkwürdigste ist nun dabei, daß bei den Gästen blinder Ameisen die Nachahmung auf einem ganz andern Wege vollzogen ist als bei den Gästen sehender Ameisen. So sind die Gäste von Eciton-Arten in ihrem äußeren Körperumriß ihren Wirten insofern ähnlich geworden, daß sie bei der Untersuchung mit dem Tastsinn einen ähnlichen Eindruck wie jene hervorrufen. Ein besonders einleuchtendes Beispiel hierfür ist der von Wasmann beschriebene Käfer Mimeciton pulex W., welcher vollkommen wie eine Ameise aussieht (Abb. 638). Bei gut sehenden Ameisen sind die Gäste oft in ihrer Färbung ihren Wirten sehr ähnlich, oder es wird die Ähnlichkeit mit den Wirten durch Lichtreflexe an der Oberfläche ihres Körpers erzielt. Die Symphilen sind in vielen Fällen außer im engsten Zusammenhang mit ihren Wirtsameisen gar nicht lebensfähig. Sie haben eine ganze Reihe von Anpassungen, die sie nur durch langes Zusammenleben mit den Ameisen erworben haben können, sie sind bei den Ameisen zu dem geworden, was sie heute sind. Es ist nicht nur das Benehmen der Ameise gegen sie freundlich, sondern sie selbst benehmen sich auch in der zutraulichsten Weise gegen die Ameisen. Sie betasten sie in ähnlicher Weise mit den Fühlern, wie das die Ameisen untereinander tun. Sie fordern sie in entsprechender Weise zur Fütterung auf, indem sie sogar mit erhobenen Vorderfüßen die Seiten des Kopfes der fütternden Ameise streicheln. Manche kleine Formen klettern direkt auf dem Körper ihrer Wirte herum und lassen sich von ihnen transportieren.

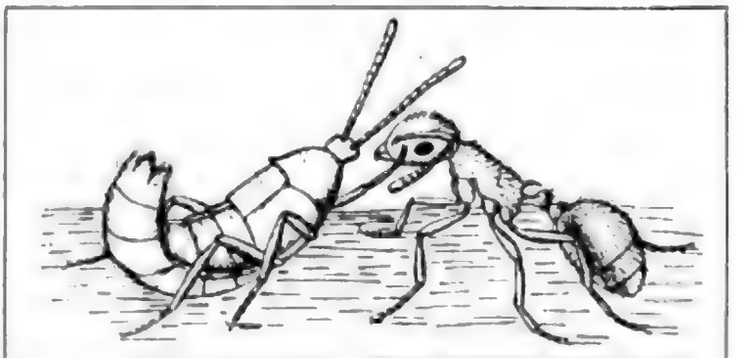


Abb. 640. Atemeles durch Streicheln von einer Myrmica-Arbeiterin Fütterung verlangend. Vergr. ca. 10 mal. Nach Wasmann.

Digitized by Google

Was uns aber am meisten an Verhältnisse in menschlichen Staaten erinnern muß, ist die Tatsache, daß die Symphilie geradezu eine soziale Krankheit des Ameisenstaates darstellt. Viele Symphilen, so Paussus und Lomechusa, fressen Ameisenbrut, andere saugen sogar ihren Wirten das Blut aus, manche legen ihre Eier in die Larven der Ameisen, und Formen wie Atemeles und Lomechusa lassen sich und ihre Larven von den Ameisen füttern und entziehen dadurch dem Ameisenstaat selber wichtige Arbeit. Ganz mit Recht hat Forel darauf aufmerksam gemacht, daß die Symphilie etwas sehr Ähnliches ist wie der Alkoholismus bei den Menschen. Jene Exsudate sind keine Nahrungsmittel, sie sind ein Genußmittel. Um dieses Genußmittels willen vernachlässigen die Ameisen ihre eigene Brut. Sie pflegen Tiere, welche noch dazu ihre Brut ausrotten, und so kann ein Staat durch die Leidenschaft seiner Mitglieder für ein Genußmittel dem Untergang zugetrieben werden.

6. Die Termitenstaaten.

In vieler Beziehung sind die Einrichtungen der Termitenstaaten noch merkwürdiger und schwerer verständlich als diejenigen der bisher schon besprochenen Tierstaaten. Im allgemeinen Eindruck und in ihren Werken gleichen die Termitenstaaten außerordentlich den Ameisenstaaten, und doch beruhen sie auf einer ganz anderen Organisation. Auch das Aussehen der Termiten erinnert bei oberflächlicher Betrachtung an dasjenige der Ameisen. Die Ansiedler in allen Gegenden der Tropen, in denen Termiten vorkommen, bezeichnen sie denn auch als weiße Ameisen. Die auffallendsten Formen unter den Termiten sind nämlich weiß, d. h. pigmentlos oder doch sehr pigmentarm. Es sind das vor allem jene Formen, welche die oft ganz kolossalen Bauten errichten, welche die Termiten zu Mitgliedern der Fauna tropischer Länder machen, die kein Besucher jener Gegenden übersehen kann. Die Termitenhügel sind oft meterhoch, ja man hat solche von 10—20 m Höhe gemessen. Diese Bauten werden von Völkern aufgeführt, welche aus ungeheuren Mengen von Individuen zusammengesetzt sind. Einen Termitenbau können viele Millionen von Insassen bevölkern. Wo diese mit den Menschen in Berührung treten, fügen sie ihm oft einen sehr erheblichen Schaden zu. Die weißen Ameisen gehören zu den verhaßtesten Tieren der Tropen. Wir werden bei Betrachtung ihrer Ernährungsweise den Grund einsehen lernen.

Nicht alle Termiten verdienen übrigens die Bezeichnung als weiße Ameisen. Es gibt auch Formen, welche dunkelbraun bis schwarz pigmentiert sind und dadurch oft noch viel auffallender an Ameisen erinnern. Diese letzteren Formen sind auch vielfach mit gut funktionierenden wohlausgebildeten Augen versehen, während die Mehrzahl der weißen Termiten augenlos und blind ist. Im Gegensatz zu den ersteren sind letztere auch von einer ausgesprochenen Lichtscheu. Sie vermeiden es bei Tag das Nest zu verlassen, und viele von ihnen arbeiten und wandern nur in gedeckten Gängen, welche sie selbst durch Zusammenkleben von Erdpartikelchen, Holzstückchen, Kotballen u. dgl. herstellen (Abb. 641).

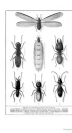
Untersuchen wir einen Termitenbau, so finden wir in demselben wie in einem Ameisenbau eine wimmelnde Masse von Insassen. Auch hier unterscheiden wir zunächst eine Arbeiterkaste. Die Arbeiter sind oftmals in verschiedene Größenkategorien eingeteilt, und eine ähnliche Arbeitsteilung wie bei den Ameisenarbeitern tritt uns auch hier entgegen. Auf den Arbeitern lastet die Mehrzahl der im Nest und im äußeren Leben des Termitenvolkes zu vollführenden Arbeiten. In einer merkwürdigen Übereinstimmung mit den Einrichtungen des Ameisenstaates finden wir auch hier Soldaten. Es sind dies Individuen, welche sich durch vielfach sehr beträchtliche Entwicklung des Kopfes von den Arbeitern unterscheiden

Digitized by Google

Fig. 3. Album für Photographien mit Einschlagtaschen und Einschlagrahmen.

Einschlagrahmen. Die Abb. 3 zeigt ein Album für Photographien mit Einschlagtaschen und Einschlagrahmen. Die Einschlagtaschen sind aus Leder, Pergament oder Papier hergestellt und werden in die Blätter eingeklebt. Die Einschlagrahmen sind aus Pappe hergestellt und werden ebenfalls in die Blätter eingeklebt. Die Photographien werden in die Einschlagtaschen oder Einschlagrahmen eingeschoben.

Digitized by Google



ſtürzen ſie ſich auf einen herannahenden Feind, überſchwemmen ihn mit jenem Sekret, deſſen zähe klebrige Beſchaffenheit ſeine Bewegungen lähmt. Soldaten und Naſuti ſpielen auch eine weſentliche Rolle als Wächter, gleichſam als Schildwachen. Viele von ihnen vermögen durch eigentümliche Geräuſche die Inſaſſen des Neſtes bei drohender Gefahr zu alarmieren.

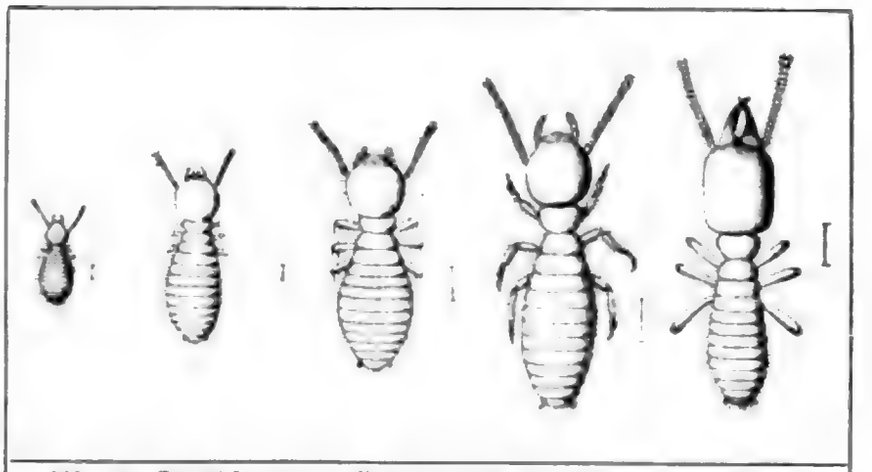


Abb. 643. Entwicklung von Arbeiter und Soldat von Termes luciſugus. *a* Indifferente Larve (Fühler 11gliedrig), *b* Larve im zweiten Stadium (Fühler 12gliedrig), *c* Larve im dritten Stadium (Fühler 14gliedrig), *d* Arbeiter fertig, *e* Soldat fertig. Nach Graſſi aus Eſcherich.

Vergebens ſehen wir uns in einem Termitenneſt nach Puppen um, welche uns an die „Ameiſeneier" erinnerten. Wir haben es ja in den Termiten mit Inſekten zu tun, welche eine unvollkommene Verwandlung haben. Sie gehören zu den niederſten Inſekten, zu ihren nächſten Verwandten ſind z. B. die Küchenſchaben zu rechnen. Da die Arbeiter ebenſo wie bei den Ameiſen ungeflügelt ſind, ſo vollzieht ſich die Umwandlung der jungen Larven einfach durch Wachstum im Verlauf von einigen Häutungen. Während derſelben pflegt auch die Zahl der Fühlerglieder zuzunehmen. Genau in der entſprechenden Weiſe vollzieht ſich die Entwicklung der Soldaten und Naſuti (Abb. 643). Der erſtaunlichſte Unterſchied gegenüber der Organiſation der Bienen- und Ameiſenſtaaten beſteht aber darin, daß Arbeiter, Soldaten und Naſuti ſowohl männlichen als auch weiblichen Geſchlechtes ſein können. Der ganze Termitenſtaat iſt überhaupt auf dem ſtändigen Vorhandenſein männlicher und weiblicher Individuen baſiert. Arbeiter, Soldaten und Naſuti ſind entſprechend den Verhältniſſen bei den andern Inſektenſtaaten rudimentäre Männchen und Weibchen, ihre Geſchlechtsorgane ſind funktionsunfähig.

Außer den erwähnten Kaſten finden ſich nun im Termitenſtaat funktionsfähige Geſchlechtstiere und deren Entwicklungsſtadien. Dieſelben gleichen im Anfang der Entwicklung durchaus den Larven der Arbeiter, unterſcheiden ſich aber ſpäter von jenen durch die hervorwachſenden Flügelanlagen. Auch ſind ſie meiſt beträchtlich größer als alle anderen im Staate enthaltenen Individuen. Ferner haben ſie ſelbſt bei den blinden Formen wohl entwickelte Augen und weiſen in den ſpäteren Stadien reichliches Pigment an ihrer Körperoberfläche auf. Meiſt tief im Innern des Neſtes finden wir in einer beſonderen Zelle eingemauert die erwachſenen und funktionierenden Geſchlechtstiere, ſozuſagen das regierende Paar. Im normalen Falle finden ſich in einem Termitenſtaat in der Königszelle ein König und eine Königin beieinander. Beide ſind viel größer als die übrigen Neſtinſaſſen, aber die Königin übertrifft an Größe ihren Gemahl um das Vielfache. Beide ſind flügellos, zeigen aber oft noch durch kurze Stummel den ehemaligen Beſitz von Flügeln an. Der König iſt meiſt an ſeinem ganzen Körper dunkelbraun pigmentiert und iſt in der Regel von der Seite her dem Körper der Königin angeſchmiegt. Dieſe iſt eine wahre Rieſin gegen ihn; die enorme Entwicklung betrifft aber nur ihren Hinterleib. Derſelbe iſt durch die koloſſal entwickelten Geſchlechtsorgane zu einer Wurſt ausgedehnt, welche 6—10 cm Länge erreichen kann. Die Menge der Eiröhren ſpannt die Häute des Abdomens prall auseinan-

Digitized by Google

Abb. 64. Königsfelt von Nordwestosthessen. Weiler a. Berlbach, von der Straße nach der Burg Hessenstein aus. Nach einer Photographie von Hermann Schaefer in Marburg. Verlag von Elwert'sche Verlagsbuchhandlung in Marburg.

ein hoch Haus, andere sieh mehr bescheiden, wie das Fischerhaus, das Kirchhaus, Hirsch und Kopf haben sie beibehalten, während eine weitere Reihe von ihnen den Mitnahmen der Königsfelt-Familien gebildet. Die Hinterseite des Turmes stets Schwierigkeiten verursacht, weshalb man verschiedene Hand- werkzeuge. Die einen meinen sie, sind Zeit zu Zeit von Bauern als Dengeln der Sensen- und Sichelklingen, die Hämmer benutzt, die Hirten dazu, um Nägel in die Schuhsohlen einzuschlagen und Alle ganz Gebrauchsgegenstände, die sie sich selbst anfertigten. Wie ganz anders ist es heute! Da kommt der Schmied mit seinen Werkzeugen, die Schuhe werden in Massen gefertigt und Sensen und Sicheln sind in Massen angeboten worden. Es ist daher kein Wunder, daß sich die Königsfelt-Schmiede in einem weiteren Kreise nicht bekannt machen können. Sie können höchstens in ihrer Umgebung als Verfertiger von Hufeisen, Pflugschaaren und Hufbeschlägen Ruf haben. Die einen haben Schlösser, die anderen Schlüssel, Beschläge und Bänder, Ketten und Ringe, Nägel und Stifte, Messer und Gabeln, Sensen und Sicheln, Hufeisen und Hufbeschläge, Pflugschaaren und Pflugbeschläge, Schlösser und

läuft und wie König und Königin in ihr gemeinsames Gefängnis gelangen. Die vorhin beschriebenen flügeltragenden Jugendstadien der Geschlechtstiere, die sogenannten Nymphen pflegen im Termitenstaat in größerer Zahl zur gleichen Zeit erwachsen zu sein. Sie sind dann braun pigmentierte, mit wohl entwickelten Augen und zwei Paaren großer häutiger Flügel versehene Tiere (Abb. 642a). Es gibt also bei den Termiten geflügelte Männchen und Weibchen. Diese pflegen zu gewissen Zeiten im Jahre in ungeheuren Scharen die Termitenbauten zu verlassen und sich in die Luft zu erheben. In manchen afrikanischen Gegenden soll es, wenn die geflügelten Termiten ausschwärmen, geradezu aussehen, als ob die Termitenhaufen rauchten. Die fliegenden Termiten führen, soweit wir bisher wissen, keinen eigentlichen Hochzeitsflug aus, wie wir ihn bei den Ameisen und Bienen kennen gelernt haben. Die Befruchtung der Weibchen erfolgt, wie wir gleich sehen werden, zu anderer Zeit. Das Umherfliegen der Geschlechtstiere dient bei den Termiten offenbar hauptsächlich der Verbreitung der Arten. In einiger Entfernung von ihrem Heimatnest fallen die geflügelten Tiere zu Boden und werfen ihre Flügel ab, welche nahe der Wurzel in einer Quernaht, welche vorgebildet ist, abbrechen. Es handelt sich also um einen Vorgang der Autotomie, wie wir deren in einem früheren Kapitel schon manche kennen gelernt haben. Die zu Boden gefallenen entflügelten Termiten gruppieren sich zu Paaren und führen am Boden eine Wanderung aus, welche man als den Liebesspaziergang der Termiten bezeichnet. Es ist dies wohl eine nicht sehr genaue Bezeichnung, da diese gemeinsame Wanderung offenbar mit der Befruchtung nichts zu tun hat, Paarungsspaziergang wäre richtiger.

Abb. 645. Männchen und Weibchen von Hodotermes turkestanicus bei der Grabarbeit.
Nach Jacobson aus Escherich.

Ja, bei allen Formen, bei denen man die geflügelten oder kürzlich flügellos gewordenen Individuen untersucht hat, erwiesen sie sich als bei weitem noch nicht geschlechtsreif. Das gemeinsam wandernde Paar ist tatsächlich dazu bestimmt, einer neuen Kolonie den Ursprung zu geben. Sie leben aber noch eine Zeitlang jungfräulich, sozusagen im Brautstand nebeneinander. Es ist dies wohl sicherlich eine im Tierreich sehr seltene Erscheinung, nur wenige Analoga dazu haben wir früher S. 430 kennen gelernt. Über den Beginn der Koloniegründung wissen wir noch sehr wenig, doch gibt z. B. Jacobson für Hodotermes turkestanicus an, daß Männchen und Weibchen Rücken gegen Rücken gekehrt sich gemeinsam in die Erde eingraben (Abb. 645). Für andere Formen wird beschrieben, daß bald das Männchen, bald das Weibchen mit der Grabarbeit beginnt, deren Resultat zunächst die Errichtung einer Hochzeitskammer ist. In dieser wachsen beide Geschlechter stark heran, während ihre Geschlechtsorgane zur Entfaltung gelangen. Ein merkwürdiger Instinkt veranlaßt sie dann, ihre Fühler zu verstümmeln; erst nach einiger Zeit findet die erste Kopulation statt, welche offenbar — wir müssen das aus der ständigen Anwesenheit des Männchens und der ungeheuren Produktion von Eiern durch das Weibchen schließen — später sich öfter wiederholt. Schon in der Hochzeitskammer beginnen Weibchen sowohl wie Männchen die Eier zu hegen und zu pflegen und später die Larven zu füttern.

Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß bei einer Reihe von Termitenarten regelmäßig mehrere Königinnen bei einem König, selten mehrere Könige bei einem Weibchen gefunden worden sind. Besonders wichtig ist die Tatsache, daß die Termiten die Fähigkeit haben, verloren gegangene Geschlechtstiere zu ersetzen. Der Ausgangspunkt sind Nymphen mit kurzen Flügelanlagen, aus denen die Termiten in solchen Not-

Digitized by Google

Fig. 1. Rembrandt van Rijn, *Self-Portrait*, 1629. Oil on panel, 15½ × 12½ in. (39.3 × 31.7 cm). Mauritshuis, The Hague.

Rembrandt was one of the most famous artists of the Dutch Golden Age. He was born in Leiden in 1606 and died in Amsterdam in 1669. He was a prolific painter, draftsman, and printmaker, and he is considered one of the greatest artists in the history of Western art. His paintings are known for their dramatic use of light and shadow, their rich colors, and their psychological depth. He painted a wide range of subjects, including portraits, biblical scenes, and landscapes. His portraits are particularly famous for their ability to capture the personality and emotions of the sitter. He was also a master of the etching technique, and his prints are highly prized by collectors.

Rembrandt's early work was influenced by the Italian Renaissance painters, but he developed a unique style that was all his own. He was a master of the use of light and shadow, and he often used it to create a sense of drama and mystery in his paintings. He was also a master of the use of color, and his paintings are known for their rich and vibrant colors. He painted a wide range of subjects, including portraits, biblical scenes, and landscapes. His portraits are particularly famous for their ability to capture the personality and emotions of the sitter. He was also a master of the etching technique, and his prints are highly prized by collectors.

Rembrandt's self-portraits are among his most famous works. He painted himself at various stages of his life, and these paintings provide a fascinating record of his development as an artist and as a person. In his early self-portraits, he is often shown in elaborate costumes and poses, but as he grew older, he became more interested in capturing the truth of his appearance. His later self-portraits are characterized by their honesty and their lack of vanity. They show the effects of age and experience on his face, and they are a testament to his courage as an artist.

Digitized by Google

Lit. 11, Taf. 6, Abb. 1

Ein Stück Rinde mit Ritzzeichnung, das in Form und Größe einem Schreibtäfelchen gleicht, wurde in einer Grube gefunden, die zu einem Gebäude gehörte, das in der Nähe des Hofes Hans in Furen ausgegraben wurde. Die Grube enthielt Gegenstände, die in die Zeit um 1000 n. Chr. datiert werden können. Die Ritzzeichnung ist nicht leicht zu deuten. Sie besteht aus einer Reihe von Strichen, die in Gruppen zu je drei angeordnet sind. Die Striche sind in Gruppen zu je drei angeordnet. Die Striche sind in Gruppen zu je drei angeordnet.

Ritzzeichnung auf Rinde, Hans in Furen, Grube 1. Maßstab 1:1.

Abb. 142. Mittelmoräne, Zusammenfluß zweier Gletscherbäche und Bildung einer Gletscherterrasse am Rhonegletscher. Nach einer Photographie von Wehrli.

Lehmgletscherbäche, welche ihre grünweißen Fluten sehr schön in steile bis 5 m hohe Wände schneiden, wenn Regen sie dazu treiben.

Weniger bis allenfalls mäßige Übereinstimmung mit den Rinnen gegen die Seiten zu ihren Begleitungen zu anderen Zeiten. Auch bei ihnen haben wir Einschnitten, Klammen und Klammlöchern, wie sie für die von Bächen bespülten Felsen. Die zu den beiden seitlichen Rinnen gehörigen Seitenbäche verfolgen sich schließlich gelegentlich vielfach sich kreuzend, wie es die Abb. 142 vom Rhonegletscher zeigt, und teilen sich in zahlreiche Bächlein, die sich dann wieder zu größeren Bächen vereinigen, und theils direkt in die seitlichen Bäche oder die Hauptgletscherbäche gelangen, ja, es gibt Gletscher, wie den Unteraargletscher, welche sämmtliche Bäche mit auch die Seitenbäche mit Wasserfällen. Wie gewöhnlich Wasserfallbildungen auch bei den Gletscherbächen haben und bei den Klammlöchern, welche gerade wie jene den Wasserfällen gegenüber stehen, die sie in sich Bächlein von Seitenbächen ausgehen. Wenn Gletscherbäche, welche aus den Terrassen sich herausschneiden und bei großen Gletscher entgegenstehen, wie wir dies bei den Wasserfällen schon kennen gelernt haben. Wie diese Wasserfälle entstehen, sind bei den Terrassen auch gerade dann gelegentlich sich gestalten, so bei dem Rhonegletscher, wo sie sich in Folge der Gletscherbäche, welche aus den Terrassen sich herausschneiden, Übergangsterrassen, Terrassenrinnen, welche, sowie von Bächen selbst durchfließen, sich bis zu drei Stockwerken übereinander bilden können. Wenn Gletscherbäche sich auch bei den Terrassen sich gestalten, so bei dem Rhonegletscher, welche gerade wie jene den Wasserfällen gegenüber stehen, die sie in sich Bächlein von Seitenbächen ausgehen. Wenn Gletscherbäche, welche aus den Terrassen sich herausschneiden und bei großen Gletscher entgegenstehen, wie wir dies bei den Wasserfällen schon kennen gelernt haben. Wie diese Wasserfälle entstehen, sind bei den Terrassen auch gerade dann gelegentlich sich gestalten, so bei dem Rhonegletscher, wo sie sich in Folge der Gletscherbäche, welche aus den Terrassen sich herausschneiden, Übergangsterrassen, Terrassenrinnen, welche, sowie von Bächen selbst durchfließen, sich bis zu drei Stockwerken übereinander bilden können. Wenn Gletscherbäche sich auch bei den Terrassen sich gestalten, so bei dem Rhonegletscher, welche gerade wie jene den Wasserfällen gegenüber stehen, die sie in sich Bächlein von Seitenbächen ausgehen.

Digitized by Google

Dieses Kapitel hat uns in den Lebensverhältnissen der staatenbildenden Insekten gezeigt, wie ganz außerordentlich kompliziert die Beziehungen der einzelnen Individuen einer Tierart zueinander und zu anderen Tierarten werden können. Diese Komplikationen übertreffen noch weit jene, die wir beim feindseligen oder einander ausnützenden Verhalten der verschiedenen Tierarten früher bei Besprechung der Ernährungsverhältnisse, des Parasitismus, der Symbiose usw. besprochen hatten. Sie erfordern ein so hohes Maß selbständiger Handlungen der Tiere, daß wir bei ihrem Studium Leistungen kennen lernen, welche wir zu den höchsten, die von Tieren vollbracht werden, rechnen müssen. Es rechtfertigt dies, daß wir gerade in diesem Buche der Behandlung dieser Tatsachen einen so breiten Raum gewährten.

Überblicken wir die Staatenbildungen der Insekten, so fällt uns auf, daß sie alle auf einer gemeinsamen Grundlage beruhen. In allen Insektenstaaten finden wir als Hauptvertreter der sozialen Gemeinschaft Individuen, welche die Fähigkeit zur Fortpflanzung mehr oder minder vollkommen eingebüßt haben. Sie haben aber nicht jene Instinkte eingebüßt, welche wir neben den Ernährungs- und Paarungsinstikten als die stärksten im Tierleben kennen gelernt haben, die Brutpflegeinstinkte. Ja, diese scheinen bei ihnen durch das Erlöschen der Paarungsinstinkte noch verstärkt worden zu sein.

Auch scheinen die Arbeiter der Insektenstaaten mit dem Verlust der Fortpflanzungsfähigkeit einen Teil ihrer Individualität verloren und an ein größeres Ganzes, ihren Staat, abgegeben zu haben. Ihren Genossen gegenüber ist der sonst die Natur durchziehende Konkurrenzkampf erloschen. Gegenseitige Hilfe ist als fördernder Faktor an dessen Stelle getreten. Wir haben die staatenbildenden Insekten beim Bauen, beim Jagen, bei der Brutpflege, bei vielen anderen Verrichtungen einander gegenseitig helfen sehen. Ein Teil der gesammelten Nahrung, die wir sonst Tiere, außer vor ihren Jungen und selten auch vor ihren Weibchen, eifersüchtig verteidigen sehen, gehört hier stets den anderen, der Gemeinschaft. Ja, gegenseitige Fütterung lernten wir bei Ameisen und Termiten kennen, die so die Gewohnheiten der Brutpflege auf das tägliche gemeinsame Leben der erwachsenen Stadien übertragen.

Was aber vor allem die Insektenstaaten ähnlich wie die Gemeinschaften geselliger und herdenbildender Tiere auszeichnet, ist die Fähigkeit gegenseitiger Verständigung der Mitglieder des Staates untereinander. Zunächst sind sie zusammengehalten durch besondere Gerüche, Gerüche der Individuen, der Königinnen, des ganzen Baues, deren Kombination den Nestgeruch ausmacht. Mit fremden Substanzen gebadete Individuen, vor allem solche, denen man einen fremden Nestgeruch beigebracht hat, werden nicht mehr als zugehörig erkannt. Bestimmte Töne dienen dazu, bei Bienen, bei Ameisen und manchen Termiten dem ganzen Stock bestimmte Ereignisse zu signalisieren. Ich erinnere nur an die Weiselunruhe oder den Schwarmton der Bienen, an das Hämmern und Knacken der Soldaten der Termiten. Bei Ameisen und Termiten finden wir aber als Verständigungsmittel die Fühlersprache ausgebildet. Durch Betrillern mit den Fühlern werden bestimmte Wahrnehmungen von einem Tier dem andern vermittelt. Eine Ameise, die Beute gefunden hat, betrillert eine andere, diese geht darauf ohne Begleitung zu jenem erwünschten Gegenstand hin, während die erste weitere Hilfe heranholt. Die Soldaten der Termiten sahen wir in ähnlicher Weise die Arbeiter zu gewissen Arbeiten veranlassen. Die Sprache ist also auch hier die Voraussetzung für soziale Gemeinschaft und sie entwickelt sich Hand in Hand mit ihr. Wir können nicht daran zweifeln, daß die Sprache der Ameisen und Termiten komplizierter und inhaltsreicher ist als diejenige der Wespen und Bienen.

Digitized by Google

Zweites Buch

Das Tier und die unbelebten Elemente seines Lebensraumes

9. Kapitel.

Kosmische Einflüsse. Periodizität.

In dem ersten Teil dieses Bandes haben wir die Zusammenhänge der Tierarten mit den belebten Faktoren ihrer Umgebung studiert. Wir konnten feststellen, daß diese Zusammenhänge vielfach ganz außerordentlich kompliziert sind. In nicht allzu vielen Fällen vermochten wir die Zusammenhänge so weit zu analysieren, daß wir bestimmte Eigenschaften der Tiere als direkt durch ihre belebte Umgebung bedingt erkannten. In den Abschnitten des zweiten Buches werden wir häufiger auf solche direkten Zusammenhänge stoßen. Die unbelebten Faktoren im Lebensraum eines Tieres lassen sich leichter variieren und experimentell beeinflussen als die belebten. Die Art ihrer Einwirkung ist oft leichter zu durchschauen. So werden wir denn in diesem Teil des Buches vielfach von präziseren Resultaten der Forschungen zu berichten haben als im ersten Teil und im Zusammenhang damit in der Lage sein, unsere Darstellung knapper zu gestalten.

Und doch werden wir bald einsehen, daß äußere Einwirkungen, welcher Art sie auch sein mögen, auf das komplizierte System, das der Körper eines Tieres darstellt, sehr schwer genau zu kontrollieren und in allen ihren Einzelheiten zu berechnen und zu beherrschen sind. Schon gleich dieses erste Kapitel wird uns darüber belehren.

Ich bezeichne als kosmische Einflüsse solche, welche, von Geschehnissen außerhalb unseres Erdballs ausgehend, auf die Tierwelt einwirken. In der Mehrzahl der Fälle lösen kosmische Ereignisse Vorgänge auf der Erde aus, welche auf die Tierwelt Einfluß haben können. Dann ist natürlich der Einfluß der kosmischen Geschehnisse nur ein indirekter. Wenn also die Erde in einem Jahre um die Sonne wandert, wenn durch die Achsendrehungen der Erde Tag und Nacht miteinander abwechseln, oder wenn im Laufe eines Monates der Mond seine vier Viertel durchläuft, so veranlassen diese periodischen Erscheinungen mancherlei periodische Geschehnisse im Tierleben. Da wir aber oft klar erkennen und eventuell durch Experimente beweisen können, daß solche Periodizität bedingt ist durch periodisches Abwechseln zwischen Licht und Dunkelheit, zwischen Wärme und Kälte usw., so behandeln wir sie zweckmäßiger in den Kapiteln, in denen überhaupt der Einfluß der genannten großen Naturkräfte zur Darstellung gelangt. Es gibt aber einige Vorgänge im Tierleben, bei denen wir das periodische Geschehen nicht auf einen direkten Einfluß einer periodisch wirkenden Naturkraft zurückführen können. Es handelt sich um Fälle, in denen wir nur das zeitliche Zusammentreffen periodischer Erscheinungen im Leben gewisser Tiere mit solchen im Weltall konstatieren können. Wir wollen in diesem Kapitel einige solche Fälle darstellen und dabei die Gelegenheit benützen, um das periodische Geschehen als solches und seine Verbreitung im Tierreich kurz zu schildern.

In der Nachbarschaft einiger Inseln des Stillen Ozeans, vor allem bei den Fidji-, Samoa-, Tonga- und Gilbert-Inseln, aber auch in einigen andern Gegenden der Erde treten die mit Geschlechtsprodukten beladenen epitoken Hinterenden gewisser mariner Anneliden (vgl. Bd. I, S. 513, Bd. II, S. 502) zu bestimmten Zeiten des Jahres in unge-

Digitized by Google

heuren Massen auf. Bei den Samoainseln ist es im Oktober oder November, und zwar acht Tage vor Vollmond, im Morgengrauen, daß die Schwärme sich zeigen, wie den Eingeborenen dort seit altersher bekannt zu sein scheint. An mehreren Tagen wimmelt das Meer von so kolossalen Massen der Tiere, daß man sie mit Eimern herausschöpfen kann. Nach Friedländer schwärmen die Tiere früh morgens vor Sonnenaufgang. Erst erscheinen einige wenige Individuen, dann werden es ihrer immer mehr, im Verlauf des Vormittags verschwinden sie wieder. Da das, was man Palolo nennt, nur die zur Verbreitung der Geschlechtsprodukte eigenartig umgewandelten Hinterenden von Borstenwürmern sind, suchen wir an diesen Bildungen vergeblich nach einem Kopf. Dieser ist mit dem Vorderende des Tieres in den Löchern der Korallenfelsen zurückgeblieben. Es handelt sich um ein polychätes Annelid, welches den Namen Eunice viridis Gray führt. Wenn die „Palolo" Sperma und Eier in das umgebende Meerwasser ausgestoßen haben, wo die Befruchtung stattfindet, gehen sie selbst zugrunde. Daß die Erscheinung des Palolo von so vielen Reisenden beachtet worden ist, ist dadurch bedingt, daß die Eingeborenen der Südseeinseln an den Palolotagen mit Hunderten von Boten zum Fang ausziehen und meist aus dieser nächtlichen Fischerei ein großes Fest machen. Für uns ist die ganze Erscheinung deswegen an dieser Stelle zu erwähnen, weil von allen Beobachtern übereinstimmend ein Zusammenhang mit den Mondphasen behauptet wird. Es sollen fast stets drei Tage sein, an denen der Palolo schwärmt, und zwar sollen sie stets mit dem letzten Mondviertel Ende Oktober oder Anfang November jeden Jahres zusammenfallen. Friedländer konnte keinen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen dem Palolophänomen und der Gezeitenbewegung oder dem Lichte des Mondes auffinden. Ähnliche merkwürdige periodische Erscheinungen sollen in Samoa auch bei einigen anderen Tieren sich nachweisen lassen. So sollen einige Krebse, und zwar Sesarma rotundata Hess nach Krämer, ferner Cardisoma guanhumi Latr. var. carnifex (Herbst) einige Tage vor dem Erscheinen des Palolo, die erstgenannte Art genau acht Tage vor ihm, zum Meere wandern, um daselbst „zu baden". Auch für den Kokosnußräuber Birgus latro L. wird ein Zusammenhang der Wanderungen zum Meer mit Mondphasen angegeben. Es ist sehr bemerkenswert, daß es sich um drei Formen landbewohnender Krebstiere handelt, welche ihre Eier am Hinterleib tragen, und von denen zum Teil mit Sicherheit bekannt ist, zum Teil angenommen wird, daß sie ihre Larven zur Weiterentwicklung ins Meerwasser bringen. Bei all diesen Formen würde es sich also um Wanderungserscheinungen handeln, welche mit geschlechtlichen Prozessen bzw. mit Fortpflanzungserscheinungen zusammenhängen. Auch in einigen anderen Gegenden der Erde, so in Florida und an der japanischen Küste, treten zu bestimmten Zeiten die epitoken Teile von Annelidenarten in großen Schwärmen auf. Bei Florida ist es nach J. Goldborough Mayer Eunice fucata, die zur Zeit des letzten Mondviertels an der Meeresoberfläche erscheint, während der japanische Palolo (Ceratocephale osawai) einer anderen Gattung angehört. Er erscheint vom Juni ab, zu welcher Zeit die Geschlechtsreife beginnt, und zwar am ersten oder zweiten Tag nach Neu- oder Vollmond, abends zwischen 6 und 7 Uhr, wenn die Flut zurückebbt. Bei dieser Form, welche die Japaner Itome nennen, schwärmt das Vorderende des Tiers, das von jenen Batsu genannt wird. Daß in all diesen Fällen die so geheimnisvoll erscheinende Periodizität sich vielleicht auf sehr einfache Ursachenkomplexe wird zurückführen lassen, darauf weisen gewisse botanische Beobachtungen hin. In Siam wird z. B. bei der Orchidee Dendrobium crumentatum jeweils in einem weiten Gebiet bemerkt, daß alle Exemplare an einem Tag gleichzeitig aufblühen. Das dürfte auf gemeinsame Abstammung zurückzuführen sein.

Digitized by Google

Fig 2 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 3 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 4 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 5 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 6 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 7 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 8 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 9 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 10 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 11 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 12 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 13 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 14 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 15 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 16 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 17 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 18 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 19 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 20 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 21 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 22 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 23 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 24 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 25 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 26 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 27 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 28 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 29 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 30 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 31 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 32 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 33 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 34 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 35 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 36 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 37 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 38 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 39 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 40 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 41 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 42 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 43 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 44 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 45 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 46 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 47 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 48 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 49 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 50 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 51 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 52 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 53 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 54 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 55 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 56 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 57 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 58 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 59 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 60 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 61 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 62 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 63 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 64 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 65 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 66 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 67 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 68 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 69 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 70 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 71 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 72 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 73 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 74 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 75 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 76 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 77 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 78 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 79 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 80 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 81 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 82 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 83 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 84 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 85 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 86 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 87 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 88 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 89 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 90 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 91 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 92 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 93 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 94 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 95 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 96 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 97 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 98 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 99 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 100 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 101 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 102 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 103 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 104 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 105 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 106 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 107 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 108 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 109 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 110 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 111 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 112 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 113 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 114 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 115 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 116 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 117 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 118 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 119 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 120 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 121 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 122 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 123 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 124 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 125 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 126 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 127 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 128 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 129 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 130 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 131 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 132 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 133 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 134 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 135 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 136 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 137 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 138 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 139 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 140 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 141 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 142 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 143 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 144 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 145 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 146 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 147 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 148 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 149 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 150 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 151 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 152 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 153 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 154 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 155 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 156 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 157 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 158 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 159 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 160 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 161 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 162 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 163 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 164 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 165 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 166 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 167 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 168 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 169 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 170 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 171 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 172 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 173 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 174 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 175 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 176 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 177 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 178 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 179 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 180 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 181 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 182 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 183 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 184 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 185 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 186 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 187 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 188 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 189 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 190 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 191 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 192 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 193 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 194 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 195 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 196 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 197 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 198 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 199 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 200 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber 1. Diameter 0.38m. Scale 1:4

Fig 201 Upper stone of a rotary quern from Kilnhouse Chamber

Fig. 1. Cut-away view of the Pantheon, showing the dome and the coffering in the ceiling. The oculus is at the top.

Fig. 2. Plan of the Pantheon, showing the circular shape of the building and the rectangular porch.

Fig. 3. Cut-away view of the Colosseum, showing the arches and the seating.

Fig. 4. Plan of the Colosseum, showing the elliptical shape of the building and the arrangement of the seating.

Fig. 5. Cut-away view of the Basilica of Maxentius, showing the vaulted ceiling and the clerestory windows.

Fig. 6. Plan of the Basilica of Maxentius, showing the rectangular shape of the building and the apse.

Fig. 7. Cut-away view of the Arch of Titus, showing the arch and the relief sculpture.

Fig. 8. Plan of the Arch of Titus, showing the rectangular shape of the arch and the relief sculpture.

Fig. 9. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 10. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 11. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 12. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 13. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 14. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 15. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 16. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 17. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 18. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 19. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 20. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 21. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 22. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 23. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 24. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 25. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 26. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 27. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 28. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 29. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 30. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 31. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 32. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 33. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 34. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 35. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 36. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 37. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 38. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 39. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 40. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 41. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 42. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 43. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 44. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 45. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 46. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 47. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 48. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 49. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 50. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 51. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 52. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 53. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 54. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 55. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 56. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 57. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 58. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 59. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 60. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 61. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 62. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 63. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 64. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 65. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 66. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 67. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 68. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 69. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 70. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 71. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 72. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 73. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 74. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 75. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 76. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 77. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 78. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 79. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 80. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 81. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 82. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 83. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 84. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 85. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 86. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 87. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 88. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 89. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 90. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 91. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 92. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 93. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 94. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 95. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 96. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 97. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 98. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 99. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 100. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 101. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 102. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 103. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 104. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 105. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 106. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 107. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 108. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 109. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 110. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 111. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 112. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 113. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 114. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 115. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 116. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 117. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 118. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 119. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 120. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 121. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 122. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 123. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 124. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 125. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 126. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 127. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 128. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 129. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 130. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 131. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 132. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 133. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 134. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 135. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 136. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 137. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 138. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 139. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 140. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 141. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 142. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 143. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 144. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 145. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 146. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 147. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 148. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 149. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 150. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 151. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 152. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 153. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 154. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 155. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 156. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 157. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 158. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 159. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 160. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 161. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 162. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 163. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 164. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 165. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 166. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 167. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 168. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 169. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 170. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 171. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 172. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 173. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 174. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 175. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 176. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 177. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 178. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 179. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 180. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 181. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 182. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 183. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 184. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 185. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 186. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 187. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 188. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 189. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 190. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 191. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 192. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 193. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 194. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 195. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 196. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 197. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 198. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 199. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 200. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 201. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 202. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 203. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 204. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 205. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 206. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 207. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 208. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 209. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 210. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 211. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 212. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 213. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 214. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 215. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 216. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 217. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 218. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 219. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 220. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 221. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 222. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 223. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 224. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 225. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 226. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 227. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 228. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 229. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 230. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 231. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 232. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 233. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 234. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 235. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 236. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 237. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 238. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 239. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 240. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 241. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 242. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 243. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 244. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 245. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 246. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 247. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 248. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 249. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 250. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 251. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 252. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 253. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 254. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 255. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 256. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 257. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 258. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 259. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 260. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 261. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 262. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 263. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 264. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 265. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 266. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 267. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 268. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 269. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 270. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 271. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 272. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 273. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 274. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 275. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 276. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 277. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 278. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 279. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 280. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 281. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 282. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 283. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 284. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 285. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 286. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 287. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 288. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 289. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 290. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 291. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 292. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 293. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 294. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 295. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 296. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 297. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 298. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 299. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 300. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 301. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 302. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 303. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 304. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 305. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 306. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 307. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 308. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 309. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 310. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 311. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 312. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 313. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 314. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 315. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 316. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 317. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 318. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 319. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 320. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 321. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 322. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 323. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 324. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 325. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 326. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 327. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 328. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 329. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 330. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 331. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 332. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 333. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 334. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 335. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 336. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 337. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 338. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 339. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 340. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 341. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 342. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 343. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 344. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 345. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 346. Plan of the Temple of Vesta, showing the circular shape of the building and the columns.

Fig. 347. Cut-away view of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 348. Plan of the Temple of Saturn, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 349. Cut-away view of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 350. Plan of the Temple of Castor and Pollux, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 351. Cut-away view of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 352. Plan of the Temple of Antoninus and Faustina, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 353. Cut-away view of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 354. Plan of the Temple of Concord, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 355. Cut-away view of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 356. Plan of the Temple of Jupiter Optimus Maximus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 357. Cut-away view of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 358. Plan of the Temple of Juno Moneta, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 359. Cut-away view of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 360. Plan of the Temple of Minerva, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 361. Cut-away view of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 362. Plan of the Temple of Mars Ultor, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 363. Cut-away view of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 364. Plan of the Temple of Venus Genetrix, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 365. Cut-away view of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 366. Plan of the Temple of Divus Julius, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 367. Cut-away view of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 368. Plan of the Temple of Apollo Palatinus, showing the rectangular shape of the building and the columns.

Fig. 369. Cut-away view of the Temple of Vesta, showing the

abgebildete Schuppe von einem vierjährigen Aal. Bei den Lachſen können wir nicht nur das Alter, ſondern noch viel mehr über das Schickſal ihrer Träger aus der Schuppenſtruktur ableſen. Wir können erkennen, in welchem Lebensjahr und wie oft das Tier ſeine Laichwanderung ins Süßwaſſer angetreten hat. Denn der Materialverbrauch zum Aufbau der Geſchlechtsorgane und die Hungerperiode der Laichzeit iſt ſelbſt am Skelett nicht ſpurlos vorübergegangen. Schuppen und Knochen wurden angegriffen, wie ein ungleichmäßiger Rand, ein Korroſionsſtreifen an der Schuppe andeutet. Wenn das Tier glücklich wieder ins nahrungsreiche Meer zurückgelangt war, begann ſofort wieder intenſives Wachstum, durch das zuerſt das Manko am Skelett erſetzt wurde. So entſteht die ſogenannte Laichmarke, auf welche wieder der normale Zuwachs mit ſeinem regelmäßigen Wechſel folgt (Abb. 651).

10. Kapitel.

Das Medium.

Alle Tiere leben entweder in flüſſigem oder gasförmigem Medium. Sie ſind entweder Waſſerbewohner, oder ſie leben in der Luft. Einige Gruppen von Formen wie die Paraſiten leben in Flüſſigkeiten, deren Zuſammenſetzung erheblich von derjenigen des Waſſers abweicht. Für die Betrachtung dieſes Kapitels genügt aber die Unterſcheidung von flüſſigen und gasförmigen Medien. In beiden Medien können die Tiere auf einem ganz verſchieden beſchaffenen Subſtrat und in einem verſchiedenen Verhältnis zu den feſten Beſtandteilen der ſie umgebenden Natur vorkommen. In Steinen und Holz bohrende Tiere z. B. können ſowohl von Luft als auch von Waſſer umgeben ſein. Die Beziehungen zum Subſtrat werden im nächſten Kapitel behandelt werden.

Hier wollen wir uns zunächſt darüber orientieren, welche Tiere Waſſer- und welche Luftbewohner ſind. Wir beginnen mit erſteren. Zu ihnen können wir die Geſamtheit der Protozoen, ſämtliche Coelenteraten und Echinodermen rechnen. Mit geringen Ausnahmen gehören zu ihnen die frei lebenden Würmer, ſehr viele Mollusken, unter ihnen alle Cephalopoden. Faſt alle Cruſtaceen leben im Waſſer oder ſind doch in ihrer Lebensgeſchichte mehr oder minder von Beziehungen zum Waſſer abhängig. Waſſerbewohner ſind ferner alle Tunikaten, Brachiopoden, Bryozoen und Rotatorien. Je weiter wir unter den Wirbeltieren aufwärts ſteigen, um ſo weniger waſſerbewohnende Formen treffen wir an. Noch ſind alle Leptokardier, Cycloſtomen und alle Haie ans Waſſer gebunden, aber ſchon unter den Knochenfiſchen gibt es eine geringe Anzahl von Formen, welche einen Anſatz zum Übergang aufs Land machen, und bei den Amphibien ſind die formenreichſten Gruppen, die Froſchlurche, wenigſtens im erwachſenen Zuſtand Luftbewohner. Wenn wir auch unter den Reptilien, Vögeln und Säugetieren große Gruppen kennen, die für ihre geſamte Lebensführung vom Waſſer vollkommen abhängig ſind, ſo gibt es doch unter ihnen keine Formen, welche in dem gleichen Sinn Waſſerbewohner ſind wie die bisher aufgeführten Tiere.

Das Hauptkontingent der Luftbewohner wird von den Inſekten, den höheren Amphibien, den Reptilien, Vögeln und Säugetieren geſtellt. Wir finden allerdings auch in den vorher aufgeführten Gruppen der Waſſerbewohner einzelne Formen oder Gruppen von Formen, welche das Waſſer verlaſſen und ſich an das Leben auf dem feſten Lande angepaßt haben. So iſt eine ganze Gruppe niederer Würmer, die der Landplanarien, zu Bewohnern des feſten Landes geworden. Dieſe zum Teil ſehr großen Tiere leben faſt aus-

Digitized by Google

Abb. 466. Denkmal für Generalfeldmarschall Prinz Karl von Hohenzollern-Karl Emanuel. Arch.: L. Otto und Joh. Kaun.

Fürstlichkeit in ihre Ecken. Die Sieh- und Hörweite des Denkmals beträgt heute, seine wichtigen Einzelheiten mit einbegriffen, etwa 100 m. Wenn man nun bedenkt, daß in dieser Entfernung, in einem verkehrsreichen Platz, kein Einzelmensch bemerkt, noch auch in seinen Ohren es vernimmt irgendwie einen Unterschied zwischen einem Ton, welcher in der Nähe vielleicht Lautstärke hat und von Vorgenommen seine ein eigenen Tonart. Also kann schon hier die Schwierigkeit in 240 gelöscht und haben damit gelöst, daß auch sie auf dem Denkmäler hervorragenden Platz eingenommen hat. Sie ist nun weder Bedeutung Reichsadlers auch kann sie auf Weise die Vortrefflichkeit des verliehen Denkmals beeinträchtigen. Sie ist nun ein Schmuck des Denkmals, ein Schmuck, der die Reichsadler selbst ist und, weder gewisse Strenges zu erfüllen, in vielen gewissen Richtungen zu lösen. Ein Schmuckes auch unter in besserer Richtung gelösten Wappenadler haben in seiner Beziehung zu Monumenten. Die einfache und prunklose, bei vorliegenden Monumente vor Blicken und Gedanken, der Wesen und Zeiten, der Bauwerken und Persönlichkeit entfalten all ein vielgliedrige Reihe Form und verschiedenen Bedeutungen bei Verwendet. Ein Stab hat beispielsweise ein Symbol von Prunkgewanden, Armen Monarchen, Herrscherin und verschiedenen einige Kostümverbänden. Und hat oben Form und Formen Bedeutungsfülle, heute hat im Monumente eingenommen Weihen einnahm, Ein Stab ist ein Symbol der Macht, der Herrschaft, der Würde. Ein Stab ist ein Symbol Zusammenhalten über, bis will bei neuer Verschiedenheit zu neuen Ideen erzeugen. Ein Stab als Sinnbild kann von den verschiedensten Seiten Eingang zu unseren und gefunden als eine solche Bindeschlangen.

Unter den Bildwerken begegnen Formen mit Sinnbildnissen und einigen Gruppen (Symbolen und Allegorien). Wir verstehen unter diesen Zeit die Darstellungen, welche, wenn sie auch keine Spur von Porträt an sich tragen, in ihrer Haltung, in ihren Gebärden zu einem bestimmten Zweck. Und Ziel, wie z. B. Gruppen, Figuren, Reliefs, Medaillons, Büsten, Statuen, Statuetten, Reliefs, wie die Sinnbildnisse, wie auch Gruppen gebrauchen Sinnbildnisse sich, haben aber nur einzelnen Bildwerken eine einen mehrverschiedenen Ausgangspunkt. Wie Sinnbildnisse sich sind selbständig zu bei Sinnbildern eingeteilt Bildnissen.

Digitized by Google

Deutsche Rundschau. Herausgegeben von Julius Rodenberg. Jahrgang XXIII. Heft 1. Oktober. Berlin, Gebrüder Paetel. 1896. 8°. 160 S. — Inhalt: Ernst Wichert, Die Geschichte meiner Jugend. — Paul Heyse, Die Hochzeitsreise. — Ernst Ziel, Die Kunst des Vortrags. — Ludwig Pietsch, Erinnerungen aus meinem Leben. — Ludwig Speidel, Aus Wien. — Ludwig Bamberger, Rückblicke auf die Revolution. — Wilhelm Scherer, Aus Scherers Nachlaß. — Rudolf Lindau, Rundschau.

Deutsche Revue über das gesamte nationale Leben der Gegenwart. Herausgegeben von Richard Fleischer. Jahrgang XXI. Heft 1. Oktober. Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt. 1896. 8°. 160 S. — Inhalt: Ernst Ziel, Die Kunst des Vortrags. — Ludwig Pietsch, Erinnerungen aus meinem Leben. — Ludwig Speidel, Aus Wien. — Ludwig Bamberger, Rückblicke auf die Revolution. — Wilhelm Scherer, Aus Scherers Nachlaß. — Rudolf Lindau, Rundschau.

Deutsche Revue über das gesamte nationale Leben der Gegenwart. Herausgegeben von Richard Fleischer. Jahrgang XXI. Heft 1. Oktober. Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt. 1896. 8°. 160 S. — Inhalt: Ernst Ziel, Die Kunst des Vortrags. — Ludwig Pietsch, Erinnerungen aus meinem Leben. — Ludwig Speidel, Aus Wien. — Ludwig Bamberger, Rückblicke auf die Revolution. — Wilhelm Scherer, Aus Scherers Nachlaß. — Rudolf Lindau, Rundschau.

Deutsche Revue über das gesamte nationale Leben der Gegenwart. Herausgegeben von Richard Fleischer. Jahrgang XXI. Heft 1. Oktober. Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt. 1896. 8°. 160 S. — Inhalt: Ernst Ziel, Die Kunst des Vortrags. — Ludwig Pietsch, Erinnerungen aus meinem Leben. — Ludwig Speidel, Aus Wien. — Ludwig Bamberger, Rückblicke auf die Revolution. — Wilhelm Scherer, Aus Scherers Nachlaß. — Rudolf Lindau, Rundschau.

von Brutpflege ſehr ſtark zurück. Waſſertiere bieten uns auch die Beiſpiele extremſter Fruchtbarkeit, bei ihnen kommen die größten Eizahlen vor, die von einem Weibchen auf einmal produziert werden. Die Leichtigkeit des Nahrungserwerbes bedingt ferner die Geſelligkeit und Herdenbildung vieler Waſſertiere. Dieſes ſowie die Schwimmfähigkeit der Geſchlechtsprodukte in dem ſpezifiſch ſchweren Waſſer ermöglicht die Befruchtung außerhalb des mütterlichen Körpers oder innere Befruchtung durch Vermittlung des Waſſerſtromes So erklärt es ſich, daß bei den Waſſertieren die Geſchlechter ſich nicht ſuchen, daß bei ihnen Liebeswerbungen und Kämpfe rivaliſierender Männchen relativ ſelten ſind. Im Zuſammenhang damit ſind Stimmorgane bei Waſſertieren ſehr ſelten. So hoch differenzierte Bewegungsorgane, wie ſie den Lufttieren eigentümlich ſind, kommen nur in Ausnahmefällen den Waſſertieren zu, ja wir finden bei ihnen und zwar nur bei ihnen ſeſſile Lebensweiſe weit verbreitet; dieſe bringt es wieder mit ſich, daß unter ihnen im Gegenſatz zu den Lufttieren Formen mit radiärem oder zykliſchem Bauplan relativ häufig ſind. Nur Waſſertiere vermehren ſich ungeſchlechtlich durch Teilung oder Sproſſung und bilden die für Meerestiere ſo charakteriſtiſchen Tierſtöcke. Für Tiere des bewegten Waſſers iſt die Erhöhung des Körpergewichts oft vorteilhaft. So finden wir denn gerade bei ihnen dies Ziel häufig durch Ablagerung von großen Mengen von kohlenſaurem Kalk in ihren Geweben erreicht.

Mit dem Fehlen ausgiebigerer Lokomotion hängt die geringere Entwicklung der Sinnesorgane und die relativ geringe Intelligenz der Waſſertiere, die auch in dieſer Beziehung niedere Tiere ſind, zuſammen.

In einer Beziehung pflegen aber Waſſertiere ſich vor den Lufttieren auszuzeichnen, und zwar in der Komplikation ihrer Metamorphoſe, welche durch die geringe Größe und den niederen Entwicklungszuſtand, in welchem die Jungen meiſt ſelbſtändig werden, bedingt iſt. Da auch die ſeſſilen und ſchwer beweglichen Formen meiſt Larvenzuſtände beſitzen, welche einen Teil ihres Lebens frei ſchwebend im Waſſer zubringen, da weiter eine große Anzahl auch erwachſener Meerestiere ein planktoniſches Leben führt, ſo iſt der Einfluß, den ſonſt die Iſolierung auf die Artbildung beſitzt, bei ihnen bedeutend eingeſchränkt. Denn die Meeresſtrömungen verbreiten die einzelnen Arten über ſehr große Gebiete. So finden wir bei den Meerestieren relativ viel weniger Arten als bei den Landtieren.

Doederlein hebt auch hervor, daß kein Waſſertier eine ſo große Bewegungsſchnelligkeit erreicht, als ſie bei Landtieren vorkommt. Alle ſchnellen Schwimmer ſind nach einem beſtimmten Prinzip organiſiert. Sie beſitzen einen ſpindelförmigen Körper, der abgeflacht ſein kann, und der nahe am hinteren Körperende Bewegungseinrichtungen trägt, die nach Art eines Propellers wirken und gleichzeitig der Steuerung dienen. Dieſe Einrichtungen, wie ſie in Geſtalt eines verbreiterten abgeflachten Schwanzes bei Walen, Sirenen, Krokodilen, Seeſchlangen, Schwanzlurchen und Fiſchen oder, repräſentiert durch die weit hinten angebrachten Gliedmaßen bei Pinnipediern, Pinguinen, Froſchlurchen, Waſſerkäfern, Waſſerwanzen (Notonecta), makruren Krebſen, oder durch den nach vorn gerichteten Sipho der Cephalopoden, vorkommen, ſind im erſten Bande dieſes Werkes nach Bau und Funktion bereits beſchrieben worden. Hier müſſen wir hervorheben, daß ſchnelle und ausdauernde Schwimmer ſich nur innerhalb der drei höheren Tierſtämme entwickelt haben, und daß ein Teil von ihnen ſogar zu den Luftatmern gehört.

Die bisher beſprochenen Beſonderheiten der Waſſertiere betreffen hauptſächlich Meerestiere. Die meiſten von ihnen ſind auch den Süßwaſſertieren eigentümlich. Doch iſt hervorzuheben, daß die Iſoliertheit der Binnengewäſſer eine relativ große Formenmannigfaltigkeit der Süßwaſſertiere zur Folge hat.

Digitized by Google

Art. 6. In Nichtbefolgung der Vorschriften des Art. 5 verwirkt der Beamte die Hälfte seines Gehaltes, bis er sich über die Erfüllung der Vorschriften des Art. 5 ausgewiesen hat. Wird dieser Ausweis nicht binnen Jahresfrist erbracht, so ist der Beamte seines Amtes verlustig und hat keinen Anspruch auf Ruhegehalt.

Art. 7. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 8. Wird der Beamte von einem Gerichte oder einer Behörde vorgeladen, so hat er dieser Folge zu leisten. Wird er als Zeuge oder Sachverständiger vernommen, so hat er die Wahrheit nach bestem Wissen und Gewissen zu sagen.

Art. 9. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 10. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 11. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 12. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 13. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 14. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 15. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 16. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 17. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 18. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 19. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 20. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 21. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 22. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 23. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 24. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 25. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 26. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 27. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 28. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 29. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 30. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 31. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 32. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 33. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 34. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 35. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 36. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 37. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 38. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 39. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 40. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 41. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 42. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 43. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 44. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 45. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 46. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 47. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 48. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 49. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Art. 50. Der Beamte darf ohne Genehmigung seiner Vorgesetzten Behörde weder Geschenke noch Belohnungen annehmen, weder für sich noch für seine Angehörigen.

Fig. 28. *Cancer pagurus* (Linnaeus) (× ½). Male. (After Bell.)

Body. The body is usually broader than long, and is covered by a carapace which is produced forwards to form a rostrum, and backwards to form a posterior margin. The rostrum is usually bifid, and is sometimes very long. The posterior margin is usually short, and is sometimes concealed by the abdomen. The lateral margins of the carapace are usually produced, and are sometimes very long. The carapace is usually smooth, but is sometimes spinose or tuberculate. The abdomen is usually short, and is sometimes very long. The abdomen is usually smooth, but is sometimes spinose or tuberculate. The abdomen is usually concealed by the carapace, but is sometimes visible. The abdomen is usually short, and is sometimes very long. The abdomen is usually smooth, but is sometimes spinose or tuberculate. The abdomen is usually concealed by the carapace, but is sometimes visible.

Digitized by Google

engen Verſchluß ihrer Kiemenhöhle ausgezeichnet, der es ihnen ermöglicht, die Innenfläche dieſes Raumes durch vorher aufgenommenes Waſſer dauernd feucht zu erhalten. Da viele der hier in Betracht kommenden Arten, wie bereits im I. Band geſchildert wurde, ihre Atmung in der Hauptſache nicht mit den Kiemen, ſondern mit der Kiemenhöhlenwand und Auswüchſen an deren Oberfläche leiſten, ſo haben ſie oft ſehr vergrößerte Kiemenregionen, welche ſtark über die übrige Kontur des Körpers ſich vorwölben (Abb. 653).

An einem tropiſchen Strand können wir oft ein lebhaftes Treiben verſchiedenartiger Tiere beobachten, unter denen Krebsarten eine Hauptrolle ſpielen. Wo ein flaches Sandufer ſich hinſtreckt, ſehen wir die flinken Sandkrabben aus der Gattung Ocypode mit ihren langgeſtielten Augen wie Geſpenſter dahinhuſchen. Sie leben nicht nur dauernd am Strand, ſondern bauen ſich auch in deſſen Sand tiefe Höhlen. An ſumpfigen Strandpartien, beſonders wo Mangrovewälder gedeihen, kommen in ungeheueren Maſſen die abſonderlichen, oft buntgefärbten Winkerkrabben vor (Abb. 390 S. 461); auch ſie bauen im Schlamm Löcher, wandern aber ziemlich weit ins Land hinein. Felſige Uferpartien ſind der bevorzugte Aufenthaltsort der großen und ſchönen Krabben aus der Gattung Grapsus. Sie alle entfernen ſich in der Regel nicht ſehr weit aus der feuchten Atmoſphäre der Strandregion. Das gilt auch für die aufs Land gehenden Einſiedlerkrebſe, ſo die Arten aus der Gattung Coenobita. Mit den Einſiedlerkrebſen nahe verwandt iſt aber eine jener großen Krebsformen, welche tief in das Binnenland zu wandern pflegen. Es iſt der bereits früher an mehreren Stellen erwähnte Kokosnußräuber (Birgus latro L.), von dem wir gehört haben, daß er ſelbſt Kokospalmen erklettert, um ſich ſeine Nahrung zu verſchaffen. Noch ausgeſprochenere Landtiere ſind die großen Landkrabben der Tropen. Schon diejenigen Formen, welche das Süßwaſſer bewohnen, die vielen Arten der Familie der Potamoniden (=Telphusidae) haben die Neigung und Fähigkeit, oft lange Zeit außerhalb des Waſſers zuzubringen. So findet man ſie denn tief im Innern von Inſeln und Feſtländern in den wärmeren Gebieten der Erde; ſtets aber ſind ſie an die Nachbarſchaft von Süßwaſſerſeen oder Flüſſen gebunden. Ebenſo haben manche Arten der Gattung Sesarma, welche das Brackwaſſer bewohnt und von dieſem auch ins Süßwaſſer geht, die Fähigkeit, ſich längere Zeit auf dem Lande aufzuhalten. Als echte Landbewohner werden ſie aber weit überboten von den Landkrabben aus den Gattungen Gecarcinus und Cardisoma, welche, allerdings nur in dem feuchten Klima der Tropen, ſich oft ſehr weit von Waſſeranſammlungen entfernen können. Einen Schutz gegen Austrocknung gewähren vielen dieſer Arten die Höhlen, in denen ſie zu hauſen pflegen, und in welche ſie ſich zu den heißeſten Tageszeiten zurückziehen. Die Landkrabben polſtern dieſe Höhlen mit Blattwerk aus, während der vorhin erwähnte Birgus zu demſelben Zwecke die Kokosnußfaſern verwendet. Alle dieſe Formen ſind aber noch inſofern vom Waſſer abhängig, als ſie zur Ablage ihrer Brut zum Meere wandern müſſen. Die ſchon ziemlich weit entwickelten Embryonen kriechen im Waſſer aus den Eiſchalen, die bis dahin an den Hinterleibsfüßen der Mutter hingen. Wichtig als Schutz gegen die Austrocknungsgefahr iſt natürlich bei all dieſen landbewohnenden Cruſtaceen der Beſitz eines feſten Chitinpanzers, welcher den ganzen Körper und alle Extremitäten überzieht.

Zu echten Landtieren im vollſten Sinne des Wortes ſind unter den Krebſen gewiſſe Iſopoden, die ſogenannten Landaſſeln, geworden. Schon im erſten Band haben wir erfahren, daß ihre Atmung in einem ſo weitgehenden Grade an den Aufenthalt auf dem Lande angepaßt iſt, daß die Reſpirationsorgane mit ihren feinen Luftkanälchen geradezu an das Tracheenſyſtem der Inſekten erinnern. Viele Landaſſeln ſind auf recht feuchte Örtlichkeiten angewieſen, ſo z. B. die Gattung Ligia (z. B. L. oceanica), die nur an hauptſächlich felſigen

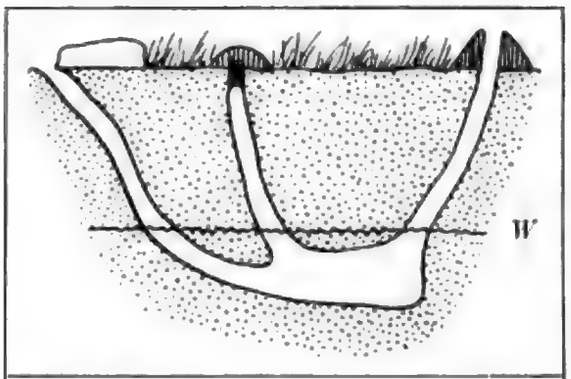


Abb. 654. Gänge und Höhlen des nordamerikaniſchen Flußkrebſes Cambarus carolinus Erichson. W Grundwaſſerſpiegel. Stark verkl. Nach Ortmann.

Meeresküſten lebt. Die binnenländiſchen Landaſſeln, ſo z. B. die Mauerаſſeln Oniscus murarius Cuv. und die Kelleraſſel Porcellio scaber Latr., ſowie die zahlreichen anderen Gattungen von Landaſſeln, welche ja in ihrer Verbreitung ganz unabhängig von Waſſeranſammlungen ſind, kommen ſtets nur an feuchten Orten vor. So finden ſie ſich unter Moos, Laub und Holz, an Mauern, in Kellern, Gewächshäuſern, unter Steinen, alten Brettern und morſchen Baumſtämmen. Auch ſie haben vielfach einen kräftigen Chitinpanzer, der ihre Rückenſeite bedeckt. Vielfach iſt ihre Bauchſeite viel zarthäutiger. So wären ſie wohl ſehr der Gefahr des Vertrocknens ausgeſetzt, hätten ſie nicht die Gewohnheit, ſich feſter Unterlage anzuſchmiegen, und manche auch die Fähigkeit, ihren Körper zu einer Kugel zuſammenzurollen. Letztere Bewegung, welche ſicher auch einen Schutz gegen Feinde darſtellt, iſt nicht ohne Bedeutung bei Austrocknungsgefahr, da dann der Rückenpanzer die Außenfläche der Kugel bildet, während die zarte Bauchſeite ganz in deren Innern eingeſchloſſen iſt.

Auf eine andere Weiſe haben es gewiſſe höhere Cruſtaceen fertiggebracht, zu Landbewohnern zu werden. Es ſind dies ganz nahe Verwandte unſeres Flußkrebſes, welche in Nord- und Südamerika, in Auſtralien und Neuſeeland direkt im Boden unter der Erde leben. Das Waſſer, das ſie zum Leben brauchen, verſchaffen ſie ſich ſelbſt, indem ſie unter dem Boden ein Syſtem von Kanälen graben, welches mit Kammern in Verbindung ſteht; die letzteren liegen unter dem Grundwaſſerſpiegel. Speziell bei der nordamerikaniſchen Gattung Cambarus hat man ihre Bautätigkeit genauer ſtudiert, man hat feſtgeſtellt, daß ſie oft über dem Ausgang ihrer Höhlen kleine Türmchen aus Lehm errichten, welche wie Kamine ſich über den Erdboden erheben (Abb. 654). In den ſpaniſch ſprechenden Gegenden werden die letzteren als Adobe-Türmchen bezeichnet. Gattungen, welche ähnlich leben, ſind Parastacus in Chile, Engaeus und Cheraps in Auſtralien.

Schleimabſonderung und wohl auch eine beſondere Beſchaffenheit der Haut ſind es, welche den Landplanarien, den Landnemertinen und Landblutegeln den Aufenthalt im Trocknen geſtatten. Sie alle ſind aber Tiere, welche an verborgenen Orten, geſchützt vor direktem Sonnenſchein, vorkommen. Nur wo hohe Lufttemperaturen eine weitgehende Waſſerdampfſättigung der Luft geſtatten, alſo faſt nur in den Tropen, ſind ſolche Formen exiſtenzfähig. Aber auch da leben die Landplanarien nur unter Baumrinden, Holzſtücken und Steinen, die Landblutegel in feuchtem Unterholz und Buſchwerk.

Ebenſo ſind auch die Schnecken ſehr von der Luftfeuchtigkeit abhängig; allerdings können ſie in exponierteren Gebieten vorkommen, da ihre Schalen und beſondere weitere Einrichtungen ihnen einen vielfach ſehr wirkungsvollen Schutz gegen Austrocknung geben. Auch bei ihnen ſpielt Schleimabſonderung eine große Rolle. Es ſcheint, daß die Schnecken, welche an trockene Gebiete angepaßt ſind, eine drüſenreichere Haut haben als die Schnecken feuchter Regionen. Vielleicht ſind auch die Produkte der Hautdrüſen von beſonderer Beſchaffenheit und helfen in ausgiebiger Weiſe die Verdunſtung der Körperflüſſigkeit zu verhüten. Vielfach iſt bei Schnecken, die durch Austrocknung beſonders gefährdet ſein könnten, ſo bei Nacktſchnecken, die Haut von beſonderer Dicke und Feſtigkeit. Nacktſchnecken kommen

Digitized by Google

naturgemäß nur an relativ feuchten Örtlichkeiten vor, also in Wäldern, feuchten Niederungen usw. Sie vertragen immerhin einen gewissen Grad von Trockenheit des Klimas, da sie mit Instinkten begabt sind, die sie veranlassen, bei drohender Austrocknung an verborgene Orte sich zurückzuziehen, wo sie auf ein längeres Andauern der Feuchtigkeit rechnen können. So findet man denn Nacktschnecken vor allen Dingen dann in großen Mengen frei umherkriechend, wenn reichliche Regenfälle niedergegangen sind. Die Gehäuseschnecken können viel bedeutendere Trockenheitsgrade aushalten. Wir finden nicht nur in unserer Heimat Formen unter ihnen, welche direkt trockene Stellen zu ihrem richtigen Gedeihen brauchen, sondern in den Mittelmeerländern, ja in den trockenen Steppengebieten und in den Wüsten aller Erdteile bilden Schnecken einen charakteristischen Bestandteil der Fauna. Diese sogenannten xerophilen Schnecken sind meist durch sehr dickwandige Gehäuse ausgezeichnet, die offenbar die Verdunstung vollkommen verhindern, wenn noch dazu der vordere Eingang in die Schale hermetisch verschlossen wird. Unsere Landschnecken haben fast alle die Fähigkeit, sich mit dem ganzen Körper in ihre Schale zurückzuziehen, dieselbe mit einem Teil ihres Fußes zu verschließen, an dessen Oberfläche sie ein kalkhaltiges Sekret absondern. Dieses bildet einen festen undurchlässigen Verschluß, das sogenannte Epiphragma. Ein solches kommt schon bei unsern gewöhnlichen Weinbergschnecken vor, welche es zum Schutz während der Winterruhe abscheiden. Derlei Bildungen spielen nun eine große Rolle bei den Wüstenschnecken. In allen jenen Wüstengebieten, welche nicht absolut vegetationslos sind, in denen vielmehr die speziell angepaßten Wüstenpflanzen wachsen, finden wir an letzteren oft in großen Mengen die charakteristischen Wüstenschnecken mit ihren meist blendendweißen Gehäusen. Während des Sommers sind die Gehäuse alle fest verschlossen. Die ersten Regengüsse führen aber zur Lösung des Deckels, worauf die Tiere alsbald an den Pflanzen zu fressen beginnen. Steigt während des Tages die Sonne und damit die Temperatur, so ziehen sich die Schnecken unter Steine und in die Erde zurück. Sie kommen hauptsächlich nachts, vor allem bei Taufall wieder hervor. Man erstaunt oft, welche Fülle von Arten dieser scheinbar so sehr durch die Trockenheit gefährdeten Weichtiere in den Wüstengebieten zu existieren vermag. Ja, manche der Wüstenschnecken sind sogar sehr auffallende und große Arten, wie z. B. die in der lybischen Wüste gefundene Zonites zitteli Bttgr., welche durch eine enorm dicke und harte Schale ausgezeichnet ist.

Es gibt sogar Fische, welche das Wasser verlassen und das Medium der Luft auf lange Zeit aufsuchen. Solche Fische sind z. B. die wegen ihrer eigentümlichen akzessorischen Atemorgane schon im ersten Bande besprochenen Labyrinthfische, Anabas scandens und andere Arten. Die Arten der Gattung Periophthalmus gehen sogar auf dem Lande ihrer Beute nach, die in vielen Gegenden der Erde aus den Schnecken der Gattung Onchidium besteht, einer marinen Nacktschneckengattung, welche ebenfalls im Strandgebiet aufs Land geht. Alle diese Fischarten sind ähnlich wie die früher besprochenen niederen Tiere durch die Beschaffenheit ihrer Haut und deren reichliche Schleimabsonderung zu ihrer besonderen Lebensweise befähigt. Sie alle aber können sich nicht weit von ihrem Element entfernen und müssen immer nach einiger Zeit in dasselbe zurückkehren.

Aber es sind nicht nur diejenigen Wassertiere von der Austrocknung bedroht, welche sich sozusagen als Vorposten aufs Land begeben haben, sondern die gleiche Gefahr droht auch vielen echten Wassertieren. Es gibt ja deren viele, welche an das Leben in kleinen und kleinsten Wasseransammlungen angepaßt sind. Wo ein kleiner Teich oder Tümpel sich bildet, ja, wo nur in einer natürlichen Vertiefung in Felsen oder Erde, wo in den Vasen eines Bauwerks, in den Dachrinnen, in weggeworfenen Konservenbüchsen, in leeren Schnecken-

Digitized by Google

Fig. 1. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 2. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 3. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 4. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 5. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 6. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 7. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 8. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 9. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 10. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 11. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 12. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 13. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 14. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 15. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 16. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 17. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 18. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 19. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 20. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 21. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 22. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 23. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 24. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 25. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 26. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 27. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 28. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 29. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 30. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 31. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 32. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 33. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 34. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 35. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 36. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 37. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 38. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 39. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 40. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 41. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 42. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 43. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 44. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 45. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 46. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 47. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 48. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 49. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 50. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 51. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 52. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 53. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 54. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 55. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 56. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 57. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 58. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 59. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 60. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 61. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 62. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 63. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 64. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 65. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 66. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 67. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 68. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 69. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 70. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 71. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 72. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 73. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 74. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 75. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 76. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 77. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 78. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 79. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 80. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 81. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 82. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 83. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 84. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 85. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 86. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 87. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 88. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 89. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 90. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 91. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 92. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 93. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 94. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 95. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 96. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 97. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 98. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 99. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

Fig. 100. Diagrammatic representation of the Cell-Theory.

wichtigsten Vorgang der Cystenbildung das Tier einen großen Teil des in seinem Körper enthaltenen Wassers ausstoßen. Ein Protozoon z. B., welches sich zur Encystierung anschickt, pflegt sich abzukugeln und mit seiner kontraktilen Vakuole große Mengen von Wasser aus seinem Protoplasma herauszupumpen. Es verringert auch noch weiterhin das Volumen seines Körpers durch Entleerung etwa noch im Plasma vorhandener Nahrungsbrocken und von Stoffwechselprodukten. Der Protoplasmakörper, welcher die Cystenhülle um sich ausscheidet, ist also in der Regel kugelförmig oder nähert sich doch der Gestalt einer Kugel sehr und ist an Masse und Durchmesser erheblich gegen den früheren Zustand reduziert. Solche Cystenbildungen finden wir bei den Rhizopoden des Süßwassers, bei den Flagellaten und den Wimperinfusorien. Die Protozoencysten sehen sich untereinander ganz außerordentlich ähnlich, mögen sie nun in sich den Körper einer einfachen Amöbe, eines primitiven Flagellaten oder eines kompliziert gebauten Infusors einschließen. Denn bei der Encystierung werden die wichtigsten Organe des Zellkörpers eingeschmolzen, das Körperplasma kehrt auf einen primitiven, man möchte sagen, embryonalen Zustand zurück, aus welchem es beim Ausschlüpfen aus der Cyste wieder ein vollkommenes Tier hervorgehen läßt. Oft können wir nur noch an den Kernen feststellen, was für ein Protozoon in der Cyste steckt. Die Cystenhüllen werden an der Außenfläche des Ektoplasmas ausgeschieden, während noch Wasser und sonstige Stoffe aus dem Körper ausgepumpt werden. Dann sieht man die zunächst weiche Cystenhülle sich oft noch abheben, später wird sie hart und trocken; in manchen Fällen werden mehrere konzentrische Hüllen von dem allmählich an Volumen abnehmenden Plasmaleib abgeschieden (Abb. 655 A und B).

Auch vielzellige Tümpeltiere scheiden zuzeiten um ihren Körper solche Cystenhüllen aus. Meist besteht die Cyste aus einer Haut des Tieres. Das ist z. B. der Fall bei den Bärentierchen und bei Nematoden. Wir haben für die letzteren früher schon, soweit es sich um erdbewohnende Fäulnisnematoden handelte, die Art und Weise beschrieben, in der sie eine Larvenhaut als Cystenhülle benützen (S. 257). In ganz ähnlicher Weise bildet unter den Bärentierchen z. B. Macrobiotus eine Cyste, indem er sich innerhalb seiner abgeworfenen Haut unter Wasserverlust auf ein geringeres Volumen zusammenzieht; ebenso wie bei den Nematoden bleibt in einer solchen Cyste die ganze histologische Differenzierung des Tierkörpers vollkommen erhalten, wie das neuerdings wieder durch W. v. Wenck nachgewiesen worden ist. Sehr bemerkenswert sind die von Eugen Wolff studierten Dauerzustände von Kopepoden. Diese Krebschen können in allen Stadien von der eben ausgeschlüpften Larve bis zum geschlechtsreifen Tier in Dauerzustand übergehen. Es sind speziell Angehörige der Familien der Cyclopiden und Harpacticiden, welche beide sich von den Centropagiden dadurch unterscheiden, daß sie in der Haut zahlreiche nach außen mündende einzellige Drüsen besitzen. Diese produzieren nach der Annahme von Wolf ein körniges Sekret, mit dem nicht nur der Körper der Tiere, sondern auch dessen Eierpakete überzogen werden können. Auf diese Weise wird eine Art von Cystenhülle hergestellt, welche den eingetrockneten Individuen ein opakes Aussehen verleiht. Werden solche Exemplare ins Wasser gebracht, so schwindet allmählich die Hülle, und es kommt ein auffallend durchsichtiges Kopepod mit leerem Darm aus ihr hervor. Lauterborn und Wolf haben sogar bei Canthocamptus microstaphylinus eine regelrechte kugelige Cystenbildung beobachtet (Abb. 657). Diese Cyste ist allerdings nicht ein Schutz gegen Austrocknung; encystierte Individuen wurden vielmehr am Boden des Untersees während der wärmeren Jahreszeit gefunden. Canthocamptus microstaphylinus ist eine kälteliebende Form, die sich während der Sommers in den Schlamm zurückzieht. Auch bei dieser Form wurden die erwähnten Drüsen am ganzen Körper und nament-

Digitized by Google

Fig. 1. Spermium des Menschen.

Fig. 2. Spermium des Stieres.

Spermien, Samenfäden, Samenkörperchen, Spermatozoen, Zoospermien, Spermatozoiden, Spermatozoa, Spermatozoide, Spermatozoïden, Spermatozoïdien, Spermatozoïdes, Spermatozoïdien, Spermatozoïdes, Spermatozoïdien, Spermatozoïdes

bei den Krebstieren, und zwar unter diesen speziell bei den tümpelbewohnenden Entomostraken. Schon Haecker hat nachgewiesen, daß bei dem Kopepoden Diaptomus denticornis am Ende der Fortpflanzungsperiode Dauereier auftreten, welche eine doppelte Chitinkapsel besitzen und in ihrem Innern bei Beginn der Ruheperiode bereits einen vielzelligen Keim enthalten. Solche Dauereier hat dann Wolf auch bei D. coeruleus Fischer (Abb. 656) und D. castor Jurine gefunden. Bei diesen Formen waren in den Eiern schon vollständig ausgebildete Nauplien enthalten. Speziell bei D. coeruleus ist eine doppelte Hülle vorhanden. Die Eier dieser Art finden sich stets einzeln, während bei D. castor die selbst mit einer dicken Hülle umgebenen Eier in einem sehr dickwandigen Eiersack eingeschlossen sind. Während bei manchen der Arten, so z. B. bei D. castor, solche Dauerstadien bei jeder Generation und zu jeder Zeit auftreten können, bildet sie D. denticornis nur gegen Schluß seiner Fortpflanzungszeit, D. coeruleus nur dann, wenn ihm Austrocknung droht. Am besten erforscht ist die Bildung von Dauereiern bei den Cladoceren. Bekanntlich entstehen bei diesen durch Verschmelzung mehrerer Eianlagen die großen Dauereier in dem sogenannten Ephippium. Das letztere, aus Teilen der Schale des Muttertieres und Eihüllbildungen bestehend, stellt ähnlich wie die vorhin besprochenen Statoblasten der Moostierchen einen Schwimmgürtel und eine die Verbreitung durch den Wind ermöglichende Vorrichtung dar. Es ist sehr bemerkenswert, daß die Bildung von Dauereiern besonders bei tümpelbewohnenden Cladoceren verbreitet ist, während sie bei den Bewohnern sehr großer Süßwasseransammlungen und des Meeres fehlen kann. Starke und kräftige Hüllen der Dauereier zeigen vor allem die Branchiopoden, wie Apus, Branchipus und Artemia.

Gerade die letzteren Gattungen haben zu den meisten Experimenten über die Eintrocknungsfähigkeit von Tümpeltieren Anlaß gegeben. Es ist bekannt, daß Schlamm aus eingetrockneten Tümpeln in trockenem Zustand oft jahrelang, 7—10 Jahre lang aufgehoben werden kann und dann doch beim Übergießen mit Wasser neues Leben aus sich erstehen läßt. Dann kriechen aus all den Cysten, Dauereiern und anderen Dauerzuständen Tiere hervor, welche bei so gut wie vollständigem Wassermangel Jahre hindurch in todähnlicher Ruhe verbracht haben. Ja, es gibt einige Formen, so z. B. Branchipus-Arten, bei denen das Eintrocknen eine Bedingung für die Entwicklungsfähigkeit der Eier zu sein scheint. Sehr bekannt geworden sind die Resultate Ehrenbergs, welcher Schlamm aus allen Teilen der Erde, aus den Wüsten und Hochgebirgen, aus den Polargegenden und den Tropenwäldern teils nach Europa mitbrachte, teils sich schicken ließ, und aus ihm die merkwürdigsten, zum Teil damals noch unbekannten Tierformen zog. Auch heute noch werden solche Experimente gemacht, und jederzeit können wir auf diese Weise aus fremden Ländern eigenartige oder sogar noch unbekannte Tierformen bei uns importieren und in lebendem Zustand im Laboratorium beobachten.

Diese merkwürdige Austrocknungsfähigkeit vieler Süßwassertiere mußte natürlich, ehe sie genauer erforscht war, zu vielen seltsamen Auffassungen Anlaß geben. Manche der ursprünglichen Ideen über Urzeugung konnten nur entstehen, da man nicht ahnte, daß ein absolut trockener Staub lebensfähige Keime mannigfacher Tierarten enthalten kann. Sind solche Keime vollständig ausgetrocknet, dann ist ihr Gewicht so gering, daß selbst die geringsten Luftbewegungen sie emporwirbeln und davontragen können. Auf diese Weise fallen sie von oben herab in jede Wasseransammlung, in jedes nicht zugedeckte, Wasser enthaltende Gefäß; sie legen sich mit dem Staub auf alle Gegenstände, und so kann an jedem Ort und zu jeder Zeit ein vielfältiges Leben im Wassertropfen sich entwickeln. Es war der große französische Forscher Pasteur, welcher zuerst nachwies, daß es bei besonderen Vorsichtsmaß-

Digitized by Google

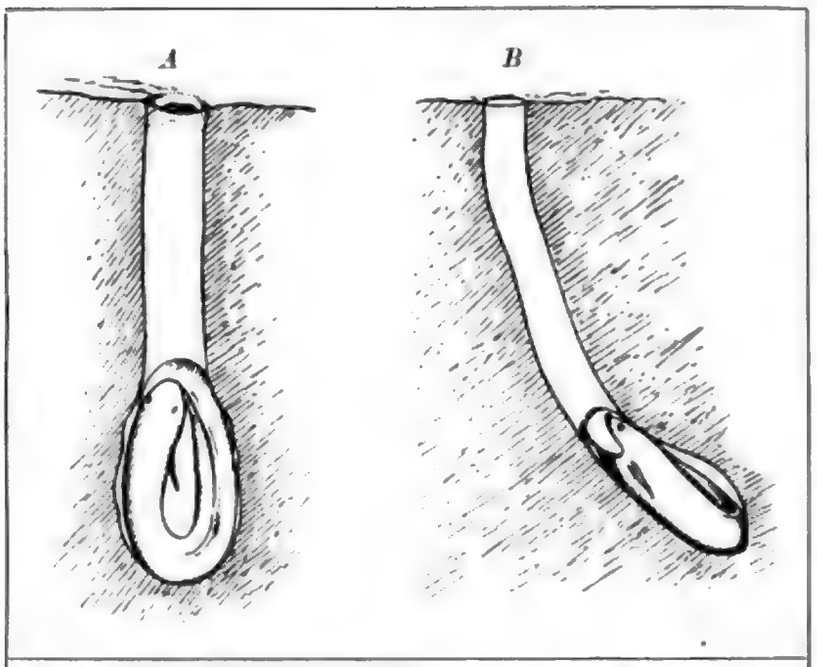


Abb. 658. Lepidosiren paradoxus Fitz. in seinem Sommerschlafnest in charakteristischer Stellung. *A* von oben; *B* von der Seite. Nach Kerr.

regeln gelingt, Wasser und sogar Flüssigkeiten, welche sehr reich an für Tiere, Pflanzen und Bakterien geeigneten Nährstoffen sind, keimfrei oder wie man sich heute meistens ausdrückt, steril zu erhalten. Er zeigte, daß dies gelingt, wenn man die Luft zu solchen Flüssigkeiten nur durch nach unten umgebogene Röhren zutreten oder sie durch einen Wattebausch passieren läßt. Beide Methoden verhindern Keime, mit dem Staub in die Flüssigkeit zu fallen, so daß sich in der letzteren überhaupt kein Leben entwickeln kann.

Die Forschung der neueren Zeit hat gezeigt, daß die Verbreitungsfähigkeit der Tümpeltiere in ihren Dauerzuständen eine wichtige Folge für ihre geographische Verbreitung auf der Erdoberfläche hat. Da sie mit dem Wind oder durch Wasservögel und Käfer passiv transportiert, leicht von einem See, von einem Tümpel, kurz von einem Land zum andern gelangen können, so finden wir viele Arten solcher Tümpelbewohner weltweit verbreitet. Sie kommen in allen Ländern der Erde vor, allerdings vielfach vermischt mit Formen, die zu längeren Reisen ungeeignet sind und somit jeweils ein charakteristisches Lokalkolorit in die Tümpelfauna bringen können.

Es sei an dieser Stelle auch auf eine eigenartige Vorstellung hingewiesen, die auf Grund der langen Lebensdauer mancher solcher Dauerstadien über die Besiedelung der Erde mit Lebewesen ausgesprochen worden ist. Da solche Dauerformen vielfach imstande sind, sehr bedeutende Kältegrade zu ertragen, so haben einzelne Forscher sich gedacht, daß sie eventuell die Kälte des Weltraums auszuhalten imstande seien. So dachten sie an einen ewigen Kreislauf des Lebens, das in Dauerstadien niederer Formen von einem Stern auf den andern des Weltalls verschleppt würde, um jeweils unter günstigen Bedingungen zu höheren Formen sich weiterzuentwickeln. Eine solche Annahme ist nicht wahrscheinlich, da die auf die Erde gelangenden Meteore, die etwa als Transportmittel dienen könnten, meist in Gluthitze, welche alles Leben zerstört, bei uns anlangen. Es ist auch nicht sehr wahrscheinlich, daß Dauerstadien mit feinstem Staub von einem Weltkörper zum andern gelangen können. Jedenfalls müssen wir sagen, daß eine derartige Hypothese für das Verständnis der Entstehung des Lebens überhaupt keine Aufklärung bringt.

Auch einige hochstehende zu den Wirbeltieren gehörige Wassertiere haben die Möglichkeit, in einer Art von Dauerzustand Trockenzeiten zu überstehen. Es sind das Fische, von denen in den tropischen Gegenden der Erde einige Formen die Fähigkeit besitzen, sich in Kapseln einzuschließen. So bildet der afrikanische Lungenfisch Protopterus und in ähnlicher Weise sein südamerikanischer Verwandter Lepidosiren (Abb. 658) während der Trockenheit aus Schlamm

Digitized by Google

innen mit Schleim ausgekleidete Kapseln, in denen man Exemplare von Protopterus selbst bis nach Europa verschicken kann; wenn man dann die Lehmkapseln auflöst, so erwachen die eingeschlossenen Fische zu neuem Leben. Auch von echten Knochenfischen der Tropen sind solche Fähigkeiten bekannt. So vermag der schon als Landbesteiger früher erwähnte Anabas scandens Cuv. u. Val. sich im Schlamm einzugraben und so Trockenzeiten zu überstehen. Neuerdings sind einige sehr merkwürdige Beobachtungen an einheimischen Fischen gemacht worden, welche darauf hinweisen, daß die Fähigkeit der Eintrocknung bei diesen Tieren eine größere Verbreitung besitzt. In dem sehr trockenen Sommer 1911 hat Buchanan, der Chemiker der Challenger-Expedition, ein vortrefflicher Naturbeobachter, festgestellt, daß in dem Schloß des Fürsten von Monaco, Marchet in der Champagne, bei den ersten Regengüssen des Herbstes in den neu sich füllenden Gräben Fische verschiedener Arten plötzlich auftauchten. Es waren dies Barsche, Schleien und Karpfen, und zwar Tiere von ziemlich beträchtlicher Größe. Die Gräben waren vorher vollkommen trocken gewesen; es können also die Fische nur in einem Starrezustand in dem vielleicht noch eine gewisse Feuchtigkeit enthaltenden Schlamm gelegen haben. In dem gleichen Sommer hat ein Schüler des Münchener Zoologischen Instituts, Dr. Witold von Staniewicz, auf seinem Gut Lielonpol in Litauen im Gouvernement Wilnow zugesehen, daß der Schlamm eines ausgetrockneten Teiches zu landwirschaftlichen Arbeiten ausgeschöpft wurde. In diesem Schlamm lagen eine große Anzahl vollkommen erstarrter Barsche. Er ließ einzelne derselben in Eimer mit Wasser bringen, wo sie nach einiger Zeit beweglich wurden und lebhaft herumschwammen. Diese Beobachtungen weisen darauf hin, daß hier vielleicht eine weiter verbreitete Eigenschaft der Fische vorliegt. Vielleicht erweist sich auch für gewisse in der afrikanischen Wüste gemachte Beobachtungen eine andere Deutung als die bisher übliche anwendbar. Man hat oft bei der Bildung von Tümpeln in der Wüste Auftreten des kleinen Fisches Lebias calaritanus festgestellt. Bisher nahm man immer an, daß er aus unterirdischen Wasseradern stamme, wie man ihn denn auch in artesischen Brunnen fand. Möglicherweise handelt es sich aber auch in einzelnen der Fälle um aus dem Sommerschlaf geweckte Fische. Auch Frösche, Kröten, ja selbst Schildkröten, vor allem Sumpfschildkröten und Krokodile vermögen, in Schlamm eingebacken, eine solche Trockenstarre durchzumachen. Für die amerikanischen Krokodile hat dies schon Humboldt angegeben, für die afrikanischen liegen verschiedene sichere Beobachtungen vor, die neuerdings von Emin Pascha und Stuhlmann wieder bestätigt worden sind. Selbst Schlangen und Eidechsen verbringen nach Werner z. B. im Sudan die trockenste Zeit in der Erde oder im Schlamm der Flußufer in Trockenstarre.

Noch viel ausgiebiger als die früher besprochenen, aufs Land gehenden Wassertiere müssen die echten Landtiere gegen Austrocknung geschützt sein. Viele von ihnen sind nicht nur Lufttiere, sondern sogar Trockenlufttiere. Nicht wenige Arten sind so sehr an den Aufenthalt in einer an Wasserdampf sehr armen Atmosphäre gewöhnt, daß sie in feuchter Luft zugrunde gehen. Typische Trockenlufttiere sind viele Insekten, unter den Wirbeltieren vor allem die Reptilien, aber auch eine ganze Anzahl von Vögeln und Säugetieren. Sie alle gehören zu Tiergruppen, bei denen von vornherein die Atemorgane tief im Innern des Körpers liegen und daher vor Austrocknungsgefahr ziemlich wohl geschützt sind. Bei den Wirbeltieren speziell führt aber der Zugang zur Lunge durch einen längeren Kanal, welcher mit Schleimhaut ausgekleidet ist. Deren feuchte Oberfläche, benetzt durch den Schleim der Nasenhöhle, des Rachens und der Luftröhre, eventuell auch durch den Speichel des Mundes dient vor allem dazu, die in der trockenen Luft enthaltenen Staub-

Digitized by Google

partikel abzufangen und auf dieſe Weiſe die zarte Lungenoberfläche zu ſchützen. Am charakteriſtiſchſten tritt uns aber der Unterſchied zwiſchen Feuchtlufttieren und Trockenlufttieren in der Ausbildung der Haut entgegen. Diejenige Wirbeltiergruppe, welche die meiſten Vertreter in trockenen Steppen- und Wüſtengegenden beſitzt, iſt die Klaſſe der Reptilien. Sie waren in der Erdgeſchichte die erſten Wirbeltiere, welche das Land eroberten. Bei ihnen iſt die Frage des Schutzes gegen Austrocknung in der einfachſten Weiſe gelöſt. Ihr Körper iſt von einer Hornſchicht überzogen, welche der Verdunſtung Schranken ſetzt. Wenn man die große Zahl der Wüſtenreptilien mit den wenigen Froſch- und Krötenarten vergleicht, die ſich in trockene Gebiete wagen, ſo verſteht man die Bedeutung der verſchiedenen Ausbildung der Haut bei den beiden Klaſſen. Während die Wüſtenreptilien zu den wenigen Tierarten gehören, welche im Wüſtengebiet ſelbſt die furchtbare Hitze des Mittags nicht ſcheuen, führen die Amphibien in Wüſtengegenden ein ähnlich verborgenes Leben, wie wir es früher für die Wüſtenſchnecken geſchildert haben. Sie können nur da exiſtieren, wo wenigſtens periodiſch Regen fällt. In einigen Gegenden iſt konſtatiert worden, daß ihre Trockenſtarre mindeſtens 5—6 Monate dauert. Wenn genug Feuchtigkeit vorhanden iſt, ſo kommen ſie hauptſächlich zur Nachtzeit, in den frühen Morgen- und letzten Abendſtunden zum Vorſchein. Wenn der Regen Tümpel veranlaßt hat, ſo leben ſie an und in dieſen, und wenn die Tümpel austrocknen, ſo verfallen ſie in dem erſtarrenden Schlamm in einen Zuſtand der Bewegungsloſigkeit, den man oft als Sommerſchlaf bezeichnet findet. Dieſe Erſcheinung kann man beſonders in ſolchen Gegenden beobachten, in denen nicht ein reines Wüſtenklima herrſcht, ſondern in denen nur ein außerordentlich dürrer Sommer das ganze Pflanzen- und Tierleben vorübergehend zurückdrängt. Aus ſolchen Gegenden vornehmlich ſtammen die Sagen vom Froſchregen, welche dadurch zu erklären ſind, daß bei den Regengüſſen der beginnenden feuchten Jahreszeit die erſtarrten Amphibien zu neuem Leben erwachen und plötzlich in Mengen den aufgeweichten Schlamm bedecken, als ſeien ſie mit dem Regen vom Himmel gefallen. Wie die Schnecken, ſo ſind auch die Amphibien als Feuchtlufttiere in der größten Artenzahl in den feuchten Wäldern der Tropen vertreten, in denen ſie vielfach einen weiteren Schritt in der Anpaſſung an das Landleben durchführen, als ſie ihn jemals in trockenen Gebieten durchführen könnten. Wir haben in dem Kapitel über Brutpflege gehört, daß viele Fröſche der Tropen in der feuchten Atmoſphäre der Urwälder ſich ſelbſt für die Entwicklung ihrer Nachkommenſchaft vom Waſſer unabhängig zu machen vermögen. Auch ſolche Formen ſehen wir vielfach mit Hilfe von Schleimproduktion den Gefahren der Austrocknung begegnen. Henſel hat z. B. beſchrieben, daß die Larven des Froſches Leptodactylus mystacinus von einer Schleimmaſſe umgeben ſind, welche wie der aus Eiweiß geſchlagene Schaum ausſieht. Dieſer Schleimſchaum rührt zunächſt von der Mutter her, ähnlich wie wir es bei anderen am Land brütenden Fröſchen, z. B. Rhacophorus schlegeli, kennen gelernt haben. Aber bei dem braſilianiſchen Leptodactylus ſind auch die Larven ſelbſt imſtande, durch weitere Produktion ſolchen Schleimſchaums geſteigerter Gefahr der Austrocknung zu begegnen.

Ein komplizierterer Weg als bei den Reptilien und Vögeln wurde bei den Säugetieren eingeſchlagen, um ihnen den Aufenthalt in Gebieten mit ſehr trockener Luft zu ermöglichen. Die Vögel gleichen auch darin noch den Reptilien, daß ihre Haut drüſenlos iſt; die Innervierung der Haut und deren Verſorgung mit Blutgefäßen laſſen vermuten, daß ſie für Waſſerdampf nicht übermäßig durchläſſig iſt. Bei den Säugetieren jedoch ſorgt ein beſonderes Syſtem von Hautdrüſen, nämlich das der Schweißdrüſen, für die Abgabe von Waſſer aus dem Organismus. Tiere, welche ſehr trockene Klimate bewohnen, müſſen

Digitized by Google

eine ganz andere Ökonomie ihres Wasserhaushaltes haben als Tiere feuchter Gegenden. Ein Tier, aus einer feuchten Gegend in trockene Atmosphäre gebracht, verliert in kurzer Zeit einen großen Teil seines Körpergewichtes durch Abgabe von Schweiß und durch die Verdunstung desselben an seiner Oberfläche. Auf die Bedeutung, welche diese Erscheinung für die Regulierung der Körpertemperatur besitzt, wird später zurückzukommen sein. Nicht alle Säugetiere schwitzen, und diejenigen, welche es tun, zeigen oft eine Lokalisation der Schweißdrüsen an bestimmten Stellen des Körpers. Schweißdrüsen fehlen vollkommen bei den wasserbewohnenden Sirenen und Walen; ferner bei einigen Zahnarmen: Choloepus und Manis und bei dem Insektenfresser Chrysochloris. Bei vielen Nagern, aber auch bei Raubtieren sind die Schweißdrüsen nur auf den Sohlenballen vorhanden, fehlen aber am übrigen Körper. Eine Katze z. B. schwitzt nur an den Zehenballen. Beim Kaninchen sind Schweißdrüsen fast nur an den Lippen vorhanden. Auch Rinder schwitzen nur am Maul (Flötzdrüsen) und Schweine nur auf der Rüsselscheibe. Ziegen, Ratten und Mäuse schwitzen gar nicht. Hunde haben am ganzen Körper wohlentwickelte Schweißdrüsen, schwitzen aber dennoch normalerweise nur an den Fußsohlen. Bei Schafen ist der Schweiß sehr fetthaltig, so daß durch ihn das Fell stark eingefettet wird. Menschen, Affen und Pferde haben auch am ganzen Körper Schweißdrüsen, deren Effekt beim Pferd leicht zu beobachten ist. Der Schweiß besteht aus über 90% Wasser, dazu Kochsalz und anderen Salzen, Harnstoff und anderen organischen Substanzen. Auch durch die Atmung findet eine nicht unbeträchtliche Wasserabgabe statt.

Das durch Verdunstung, durch Schwitzen oder sonstwie abgegebene Wasser muß im Körper des Tieres durch Aufnahme neuen Wassers ersetzt werden, welches entweder durch Fressen saftiger Nahrung oder durch direktes Trinken gewonnen wird. Unter den landbewohnenden Tieren trinken die Insekten, Spinnen, manche Amphibien, alle Reptilien, Vögel und Säugetiere mit wenigen durch die Lebensweise bedingten Ausnahmen Wasser. Die meisten von ihnen sind auf das Trinken von Süßwasser angewiesen, doch können manche Arten recht erheblich salzhaltiges Wasser vertragen. Spinnentiere und Insekten lecken mit ihren Mundteilen Tau- und Regentropfen von Steinen und Pflanzen ab. Man kann dies bei Käfern, Ameisen, Bienen leicht beobachten. Insekten, welche von saftigen Pflanzenteilen leben, pflegen kein Wasser zu trinken. Bienen sieht man dagegen oft am Ufer von Bächen und Teichen, am liebsten an seichten Stellen Wasser schlürfen. Sie brauchen es, wie wir früher schon hörten, auch zum Flüssigmachen des Honigs. Unter den Wirbellosen sind die Landschnecken, unter ihnen besonders die Nacktschnecken, sehr auf Wasseraufnahme angewiesen. Sie nehmen solches nicht nur durch den Mund, sondern, wie aus den Untersuchungen von Künkel hervorgeht, auch durch die Haut auf. Nach langem Dursten können sie solche Mengen von Wasser einsaugen, daß sie ihr Volumen mehr als verdoppeln. Der sehr stark quellbare Schleim ihrer Hautdrüsen vermittelt diesen Prozeß, indem er die Flüssigkeit an das Bindegewebe weitergibt.

Die landbewohnenden Wirbeltiere nehmen Wasser hauptsächlich durch Verschlucken mit Hilfe des Mundes auf. Solche Formen, welche ihre Nahrung unter Wasser aufnehmen, sind befähigt, beim Schluckakt die Speiseröhre so zu verschließen, daß kaum Wasser in den Magen gelangt. Selbst bei Fischen finden wir vielfach einen fast trockenen Mageninhalt.

Bei Amphibien findet hauptsächlich Wasseraufnahme durch die Haut statt; von keiner Art ist bekannt, daß sie Wasser trinkt. Dagegen tun dies die landbewohnenden Reptilien. Nach den Erfahrungen der Terrarienbesitzer trinken alle Reptilien Wasser, mit Ausnahme

Digitized by Google

ben typischen Mittelmustern. Einzelnen und Gruppen stehen sie mit ihrer Länge auf.

Die Länge sind durch acht bis fünfzehn Linien und die Breite von drei Viertel zugegeben, wobei die letzte Länge also fast beiden stehen. Diejenigen Formen, welche sich zum kürzeren Rahmen, wenigstens in der Breite, eine Rundung, welche mehr oder gar nicht. Hierzu kommen noch Zwischenformen, welche sich in die beiden Hauptformen fügen, wie z. B. einen Ring besitzen, Querbalken, und Kreise mit Kreuz, Kreis und Kreis, Kreis und Kreis, Kreis und Kreis

Dicke ihres Chitinpanzers vor Austrocknung geschützt. Wüsteninsekten haben relativ dicke Chitinskelette, auch besitzen sie vielfach Lebensgewohnheiten oder eine Einteilung des Lebenszyklus, welche ihnen gestatten, die günstigen Momente in den Jahreszeiten der Wüste auszunützen. Manche Insekten besitzen aber noch besondere Schutzeinrichtungen gegen Austrocknung, welche uns zum Teil sehr an ähnliche Einrichtungen bei Pflanzen erinnern. Sowohl in trockenen Klimaten als auch während trockener Jahreszeiten unserer Breiten sehen wir viele Insekten durch Produktion von Wachs vor Vertrocknung geschützt. Vor allen Dingen Blattlausarten und Cikaden beschirmen in dieser Weise sich und vor allem ihre Eier, Larven- und Puppenstadien. Wir sehen nicht nur Blattläuse, wie die Blutläuse unserer Obstbäume, mit einem wahren Pelzmantel aus Wachsfädchen überzogen, der oft eine ganze Kolonie in einen weißen Ballen einschließt, wir sehen auch bei Formen wie Aleurodes die in ein Ruhestadium übergehenden Nymphen in eine Art Sarg eingeschlossen, der aus feinen Wachsstäbchen gebildet ist, welche die Larve selbst produziert hat (Abb. 659). Ein anderes recht wirksames Mittel gegen die austrocknende Wirkung der Frühlingswinde verwenden die sogenannten Schaumcikaden. Im Frühling kann man bei uns auf den Wiesen, an Weidenbüschen, besonders häufig aber an den Stengeln des Wiesenschaumkrautes weiße Schaumballen wahrnehmen, welche wie menschlicher Speichel aussehen, und welche im Volksmunde als Kuckucksspeichel bezeichnet werden. Diese Klümpchen hat aber weder ein Mensch noch ein Tier auf die Wiese gespuckt. Breiten wir die Flüssigkeit sorgfältig auseinander, so entdecken wir in ihrem Innern die zarthäutige Larve einer Cikade, welche ihren Rüssel in den Pflanzenstengel gesenkt hat und da saugt; es ist dies Aphrophora spumaria, die Schaumcikade. Sie produziert diesen Schaum aus Drüsen ihres Enddarmes und während sie frißt, bereitet sie immer neue Blasen des sie einhüllenden und wohl beschirmenden Sekretes.

Abb. 661. Aphrophora spumaria, Schaumcikade, zwei Tiere und zwei Schaumballen. Nat. Größe. Orig. nach dem Leben.

Digitized by Google

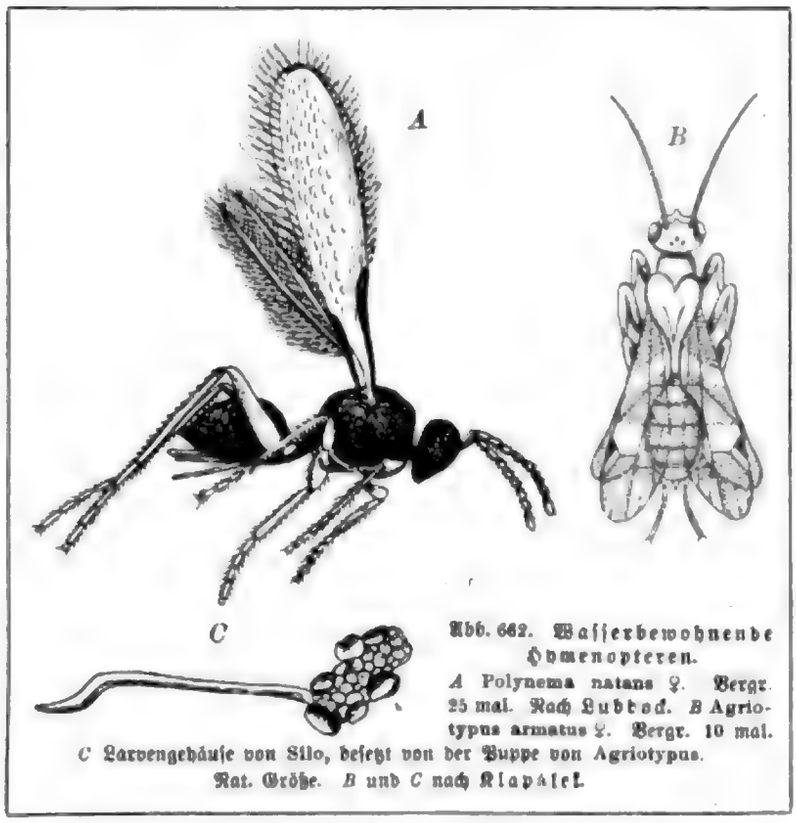


Abb. 662. Wasserbewohnende Hymenopteren.
A Polynema natans ♀. Vergr. 25 mal. Nach Lubbock. *B* Agriotypus armatus ♀. Vergr. 10 mal. *C* Larvengehäuse von Silo, besetzt von der Puppe von Agriotypus. Nat. Größe. *B* und *C* nach Klapálek.

Wie wir vorher schon von in das Luftreich sich wagenden einzelnen Vertretern aus typischen Wassertiergruppen gehört haben, so haben wir jetzt auch Lufttiere zu erwähnen, welche sekundär wieder ins Wasser gegangen sind. Ein ganz besonders interessantes Beispiel bieten uns gewisse Lungenschnecken. Wir haben früher von diesen gehört, daß sie, obwohl von Wassertieren abstammend, zu Lufttieren geworden sind, indem sie ihre Kiemenhöhle, d. h. deren Wand, in eigenartiger Weise als Atemorgan benützen. Diese sogenannte Lunge der Lungenschnecken dient in genau der üblichen Weise auch solchen Lungenschnecken als Atemorgan, welche sich wiederum an das Wasserleben gewöhnt haben. Im Süßwasser gibt es zahlreiche Arten von Lungenschnecken, so unsere gewöhnlichen Teichschnecken aus der Gattung Limnaea und die Posthornschnecken aus der Gattung Planorbis. Sie alle sind genötigt, von Zeit zu Zeit an die Wasseroberfläche aufzusteigen, um in ihre Lungenhöhle Atemluft aufzunehmen. Bei den jungen Limnaeen findet man aber stets die Atemhöhle mit Wasser gefüllt. Sie haben sich also bereits so weit an das Wasserleben wieder angepaßt, daß sie mit ihrer Lunge aus dem Wasser Sauerstoff entnehmen können. Diese Fähigkeit geht später wieder verloren, oder vielmehr sie wird später nicht mehr ausgenützt; denn daß sie ausgenützt werden könnte, beweist die Tatsache, daß es Limnaeen gibt, welche dauernd mit ihrer Lungenhöhle im Wasser atmen. Es sind das Tiefseeformen, welche in der Tiefe des Genfer Sees, des Starnberger- und Bodensees vorkommen. Sie wurden in ihrer Lebensweise vor allem durch Siebold, Pauly und Forel studiert. Sie atmen mit ihrer Lungenhöhle direkt aus dem Wasser. Aber es ist wohl anzunehmen, daß auch die Hautatmung bei ihnen eine große Rolle spielt. Daß bei den Tiefseelimnaeen die Anpassungen an die Wasseratmung eine nicht sehr weitgehende ist, beweist der Umstand, daß solche Formen, an die Oberfläche gebracht, alsbald wieder periodisch aufzusteigen und Luft zu atmen beginnen.

Eine weitere Gruppe von Tieren, welche sich sekundär an das Wasserleben angepaßt haben, sind die Insekten. In ihrem ganzen Bau sind diese Tiere ja, wie die Spinnen, ausgesprochene Lufttiere. Ihr Tracheensystem weist sie auf Luftatmung hin. Trotzdem gibt es im Süßwasser wie im Meer eine große Anzahl von Formen, welche im flüssigen Element zu Hause sind. Ihre Anpassungen an das Wasserleben erreichen nun einen ganz verschiedenen Grad. Während die Wasserkäfer sowie gelegentlich in das Wasser tauchende Insekten aus anderen Gruppen, durch besondere Hilfsmittel in den Stand gesetzt sind, sich ihre Atemluft an der Oberfläche des Wassers zu holen und sie in irgendeiner Weise, unter den Flügeln, zwischen Haarbüscheln oder sonstwie mit in die Tiefe zu nehmen, finden wir,

Digitized by Google

Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. Fig. 2.

man einige Hymenopteren, welche in einer ähnlichen Weise in das Wasser hinabtauchen, wie wir das früher (S. 467) als gelegentliche Erscheinung bei den Libellen aus der Gattung Lestes erwähnt haben. Polynema natans fliegt geradezu unter Wasser (Abb. 662 A), wenn sie sich auf die Suche nach den Eiern der gewöhnlichen Wasserjungfer (Calopteryx virgo L.) begibt, um in denselben ihre Brut unterzubringen. Die Wasserjungfer legt ihre Eier in das Blattgewebe der Seerosen, und um zu ihnen zu gelangen, muß die kleine Schlupfwespe unter das Wasser hinabtauchen. Prestwichia, eine verwandte Gattung, unterscheidet sich von Polynema dadurch, daß sie unter Wasser ihre Flügel bewegungslos hält und ihre Beine wie Ruder benützt, wenn sie die Eier der Wasserwanze Ranatra sucht. Ein anderes Hymenopter, Agriotypus armatus (Abb. 662 B), taucht unter Wasser, um ähnlich, wie viele luftbewohnende Schlupfwespen es bei Insektenlarven tun, ihre Eier in die heranwachsenden Larven von Trichopteren abzulegen. Agriotypus armatus parasitiert nach Klapálek in Böhmen vor allen Dingen in der Larve von Silo pallipes. Die Weibchen der Schlupfwespe steigen an Halmen und Stengeln von Wasserpflanzen in die Tiefe, um dort am Boden laufend ihre Opfer zu suchen. Die angestochene Larve der Köcherfliege lebt längere Zeit noch weiter und trifft schließlich Anstalten zur Verpuppung. Wenn sie ihr Gehäuse verschlossen hat, dann frißt die Agriotypus-Larve sie vollends auf und schreitet selbst zur Verpuppung. Vorher hat sie aber mittels eines Sekretbandes, welches sie aus ihren Speicheldrüsen secerniert, und an welchem man die inficierten Köcher erkennt, ihr Gehäuse an irgendeinem Gegenstand befestigt (Abb. 662 C). In den Blättern von Potamogeton minieren die Larven der Fliegengattung Hydrellia. Zu diesen taucht die Braconide Ademon decrescens hinab, um sie anzustechen. Außer den genannten ist noch eine ganze Anzahl ins Wasser tauchender Hymenopteren bekannt geworden, die aber alle nur zur Eiablage das Wasser aufsuchen. Ähnlich tauchen auch manche Trichopterenweibchen unter, um ihren Laich im Wasser abzulegen.

Wasserbewohnende Schmetterlingslarven gibt es nicht sehr viele. Die einheimischen Arten gehören alle zur Mikrolepidopterenordnung der Pyralidae. Eine interessante Form ist Hydrocampa (Nymphula) nymphaeata, welche sich von Wasserpflanzen ernährt, besonders von Potamogeton. Diese Art atmet ähnlich wie die auf den Wasserlinsen vorkommende Cataclysta lemnae durch die gesamte Hautoberfläche; sie beide müssen sich ihren Sauerstoff aber an der Luft holen. Paraponyx stratiotata, deren Raupe an der Wasseraloe und einigen anderen Wasserpflanzen vorkommt, ist in weitergehendem Maße an das Wasserleben angepaßt (Abb. 663). Die Raupe hat nämlich an den Seiten des Körpers fadenförmige Kiemenanhänge, die echte Tracheenkiemen sind. Die tropisch südamerikanische Art Palustra, zu den Bombyciden gehörig, enthält Arten, welche gesellig unter Wasser leben; sie holen sich ihre Atemluft an der Oberfläche und nehmen sie zwischen bürstenförmigen Haarbüscheln mit hinunter. Acentropus niveus ist in Europa die einzige Form, bei welcher die fast flügellosen Weibchen der Frühjahrsgeneration unter Wasser leben.

Unter den Larven der niederen Insekten gibt es eine große Anzahl von Formen, welche ihren Sauerstoffbedarf aus dem Wasser entnehmen, und zwar tun sie das bald mit Hilfe von echten Kiemen, bald mit Hilfe von sogenannten Tracheenkiemen. Erstere sind Ausstülpungen der Körperwand, welche reichlich mit Blut versorgt sind, so daß wie bei den typischen Wassertieren der Gaswechsel sich direkt zwischen Blut und Wasser vollziehen kann. Die Tracheenkiemen sind meist blattförmige Körperanhänge, welche von den Luftröhren der Tracheen durchzogen sind. Dieselben münden aber nicht mit einer Öffnung nach außen, sondern sind blind verschlossen. Es muß also die von den Geweben ausgeschiedene Kohlen-

Digitized by Google

säure sich in dem Lumen der Tracheenröhren ansammeln, um dann durch die Wandung der Tracheenkiemen in das Wasser zu diffundieren. Auch der in den Körper eintretende Sauerstoff muß den entsprechenden Weg machen. Echte Kiemen kommen bei den Larven von Trichopteren und Chironomiden vor, während Tracheenkiemen für die Larven der Eintagsfliegen, der Perlfliegen und auch der meisten Trichopteren sowie der Libellen charakteristisch sind. Die Tracheenkiemen der Perlfliegenlarven sitzen am Thorax oder Abdomen, bei Nephelopteryx nebulosa an den Hüften der Beine. Bei den Eintagsfliegenlarven stellen sie flügelartige oder büschelförmige Anhänge an beiden Seiten des Abdomens dar. Die Libellenlarven atmen entweder durch in der Dreizahl am Hinterende befestigte Tracheenkiemen oder durch die reichlich von Tracheenästen durchsetzte Wand ihres Enddarms, in dem sie Wasser aus- und einpumpen. Genaueres hierüber findet sich im I. Band S. 392 ff. Die Sialidenlarven haben gegliederte Tracheenkiemen am Hinterleib. Auch Käferlarven sind bisweilen mit Tracheenkiemen ausgestattet, so die Larven der Gyriniden und Helmiden.

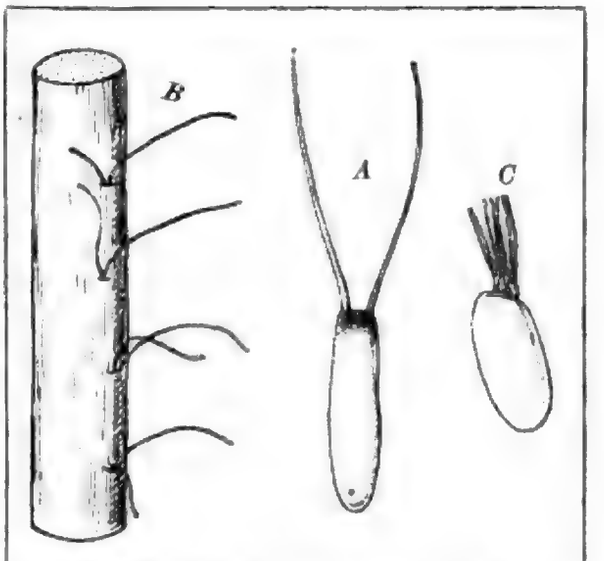


Abb. 664. Eier von Nepa cinerea L. (*A*), Ranatra linearis L. (*C*), *B* Nepa-Eier in Schilfstengel mit ihren Atemröhren. Vergr. ca. 10mal. Nach Wesenberg-Lund.

Die wasserbewohnenden Larven der höheren Insekten atmen aber meist mit Hilfe von Tracheen, welche, wie das auch für die luftbewohnenden Insekten typisch ist, durch Stigmenöffnungen nach außen münden. Vielfach sind die Stigmenöffnungen bei solchen Insektenlarven auf Körperfortsätzen angebracht. Charakteristische Beispiele hierfür bieten uns vor allem die Larven von Dipteren. So haben die Larven der Stechmücken am Hinterende zwei röhrenförmige Fortsätze des einzigen funktionierenden Stigmenpaars, welche sie beim Emportauchen an die Wasseroberfläche bringen, um so Luft aufzunehmen. Entsprechende verlängerte Stigmenöffnungen haben die Puppen dieser Mücken in der Brustregion, nahe am Kopf. Sie tauchen mit dem Kopfende zur Oberfläche empor, während die Larven dies mit dem Schwanzende tun. (Vgl. Bd. I S. 399. Abb. 267.) Andere Fliegenlarven haben z. T. sehr lange Fortsätze, um eventuell im Schlamm liegend atmen zu können. So ist z. B. der schwanzartige Fortsatz der sogenannten Rattenschwanzlarve von Eristalis (vgl. S. 189) ein teleskopartig ausziehbares Rohr, an dessen Spitze die Stigmenöffnung gelegen ist. Solche Fortsätze können auch bei erwachsenen Wasserinsekten vorkommen; Nepa cinerea, der sogenannte Wasserskorpion, hat am Hinterleibsende eine lange Atemröhre.

Die in erwachsenem Zustand das Wasser bewohnenden Insekten, so die Wasserkäfer und Wasserwanzen, entnehmen ihren Sauerstoff ausschließlich der atmosphärischen Luft. Keine Insektenform atmet in erwachsenem Zustand direkt aus dem Wasser. Wir können die im erwachsenen Zustand im Wasser lebenden Insekten in Oberflächenschwimmer oder -läufer und in Tauchinsekten einteilen. Zu den ersteren gehören unter den Rüsselkerfen die Wasserläufer (Gerris, Hydrometra), zu den letzteren die Wasserwanzen (Naucoris, Notonecta) und die Mehrzahl der Wasserkäfer. Wir erwähnen von den letzteren die Dytisciden (Dytiscus, Agabus, Cybister) und die Gyriniden oder Taumelkäfer, welche letzteren sich hauptsächlich an der Oberfläche aufhalten, bei trüber Witterung aber in die Tiefe tauchen;

Digitized by Google

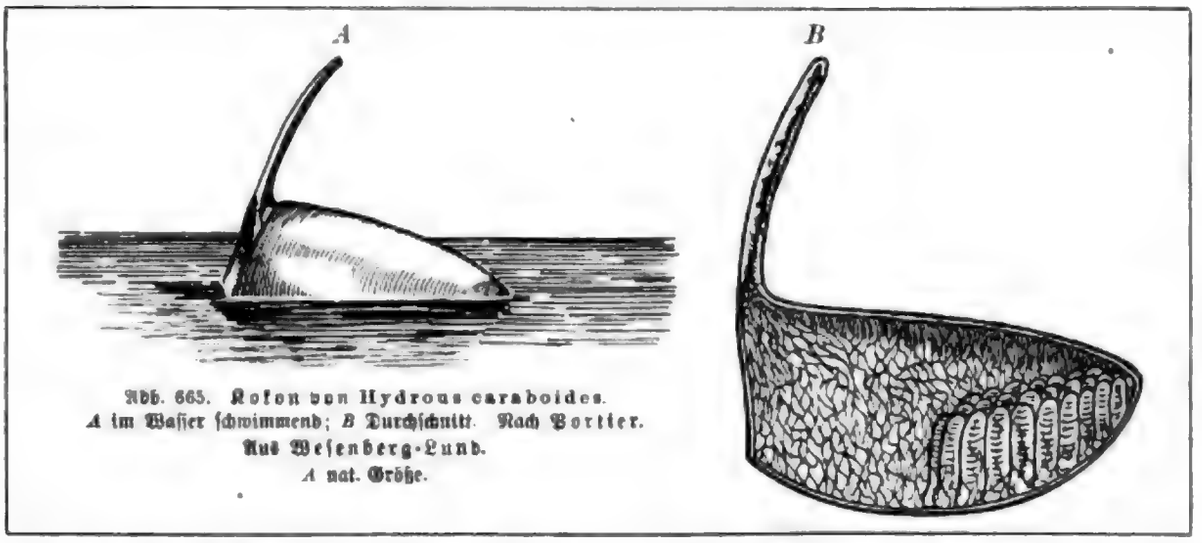


Abb. 665. Kokon von Hydrous caraboides.
A im Wasser schwimmend; *B* Durchschnitt. Nach Portier.
Aus Wesenberg-Lund.
A nat. Größe.

ihr zweigeteiltes Auge erlaubt ihnen über und unter dem Wasser zu sehen; ferner sei auf die Hydrophiliden, Helmiden und Donaciden hingewiesen. Alle diese Wasserkäfer wie auch viele Wasserwanzen verlassen nachts fliegend ihre Wohngewässer. Die Donaciden halten sich im erwachsenen Zustand überhaupt außerhalb des Wassers auf. Sehr merkwürdig ist die Atemmethode ihrer Larven. Diese, die madenähnlich aussehen, plump und bleich sind, bohren sich mit den zwei dornenartig verlängerten Stigmenröhren des letzten Abdomensegments unter Wasser in die Rhizome und Stengel von Wasserpflanzen wie Typha und Sparganium ein, um die nötige Luft aus deren Intercellularräumen zu beziehen. In welcher Weise die erwachsenen Tauchinsekten sich an der Oberfläche des Wassers ihren Luftvorrat holen, ist im I. Band bereits ausführlich beschrieben worden.

Sehr eigenartig sind die Methoden, durch welche ins Wasser abgelegte Eier mit Luft versorgt werden. Wir haben früher schon gehört, daß viele auf Luftatmung angewiesene Insekten ihre Eier unter Wasser ablegen. Bei den Eiern der Wasserwanzen Nepa und Ranatra dienen nun lange Filamente, bei Ranatra 2, bei Nepa 7 dazu, dem Ei die nötige Atemluft zuzuführen, indem sie über das Wasser hervorragen (Abb. 664). Ein solcher Ventilationsschornstein ist auch der sogenannte Mast des Kokons von Hydrophilus piceus, Hydrous caraboides und der anderen Hydrophiliden. Er ist verschieden lang, je nach der Tiefe im Wasser, die der Kokon einnimmt, und leitet der Luftkammer, welche den vorderen Teil des Kokons einnimmt, Luft zu; im hinteren Teil liegen die Eier in Gespinst eingewickelt (Abb. 665).

Auch die Salzflut des Meeres bewohnen eine Anzahl von Insektenformen. Nicht nur hausen einige Larven von Fliegen im Meerwasser (vgl. hierzu S. 788), sondern es leben auch eine Anzahl von Rüsselkerfen an der Oberfläche des Meers, auf dem sie oft weit von den Küsten entfernt angetroffen werden. Es sind dies die Arten der Familie der Halobatiden (Abb. 666).

Kurz sei noch der wasserbewohnenden Spinnentiere Erwähnung getan. Argyroneta aquatica Walck., welche ihre Atemluft an der Oberfläche holt und in ihrem Nest unter Wasser aufspeichert, ist schon öfter genannt worden. Die Wassermilben (Hydrachnidae) haben über der Mundöffnung zwei Stigmen; viele Formen scheinen aber ganz auf Hautatmung angewiesen zu sein.

Es gibt auch unter den höheren landbewohnenden Wirbeltieren eine ganze Reihe von Formen, welche sich sekundär an das Leben im Wasser angepaßt haben. Ja, schon bei

Digitized by Google

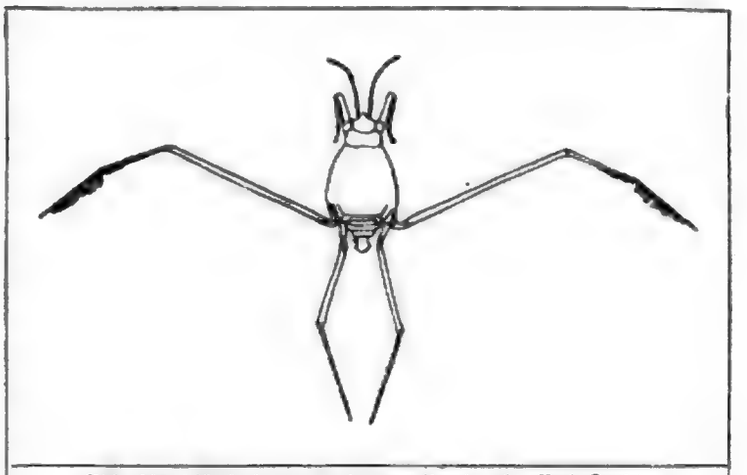


Abb. 666. Halobates micans Esch. ♂. Nach Dahl. Aus Steuer, Planktonkunde.

den Amphibien iſt der kaum geſchehene Schritt aufs feſte Land in manchen Fällen wieder rückgängig gemacht worden. Wir haben früher in den Axolotln und anderen neotenischen Urodelen Formen kennen gelernt, welche, durch irgendwelche Verhältniſſe im Waſſer feſtgehalten, die ſonſt für ihre Gattung oder Art charakteriſtiſche Metamorphoſe zum Landtier nicht vollendet haben. Die ganze Gruppe der Perennibranchiaten wird wohl mit Recht von manchen Forſchern als aus Nachkommen ſolcher nachträglich zum Waſſerleben zurückgekehrter Molche zuſammengeſetzt angeſehen. Im Gegenſatz zu den mit ihnen verwandten landbewohnenden Formen zeigen ſie in ihrem Körperbau, vor allem in dem abgeflachten Schwimmſchwanz, den Habitus von Waſſertieren; zudem bleiben ihre Kiemen dauernd funktionsfähig.

Während dieſe Formen alſo noch in den Atmungsorganen ſich dem Waſſerleben in einer den Waſſertieren analogen Weiſe angepaßt zeigen, iſt dies bei den ſekundär zu Waſſerbewohnern gewordenen höheren Wirbeltieren nicht mehr der Fall. Waſſereidechſen kennen wir nur wenige. Zwar vermögen viele Eidechſen geſchickt zu ſchwimmen; manche von ihnen, wie z. B. unſere Bergeidechſe, viele Varane und Leguane der Tropen halten ſich mit Vorliebe in der Nähe des Waſſers auf. Ja, die von uns früher ſchon beſprochene eigentümliche tangfreſſende große Eidechſe der Galapagosinſeln (Amblyrhynchus vgl. S. 35) taucht auf der Nahrungsſuche ſogar ins Meerwaſſer. Aber keine von all dieſen Formen lebt dauernd im Waſſer. Die Schlangen ſind weniger ausgeſprochen Trockenlufttiere als die Mehrzahl der Eidechſen. Viele von ihnen leben mit Vorliebe an feuchten Örtlichkeiten, in Sümpfen, an den Ufern von Seen, Flüſſen und Bächen. Manche von ihnen halten ſich viel und gern im Waſſer auf, wo ſie zum Teil auch ihre Nahrung erbeuten. So iſt bekanntlich unſere einheimiſche Ringelnatter eine Waſſerſchlange; in den Tropen gibt es viele harmloſe und giftige Waſſerſchlangen, ich erinnere nur an die Warzenſchlange Javas oder an die Anakonda, die waſſerbewohnende und im Waſſer jagende Rieſenſchlange Braſiliens. — Am höchſten an das Waſſerleben iſt aber eine Gruppe mariner Schlangen angepaßt. Es ſind dies vor allem in den tropiſchen Meeren Afrikas, Aſiens und Auſtraliens vorkommende Tiere. Wir haben ſchon im I. Band erfahren, daß ſie dauernd frei im Meere zu ſchwimmen vermögen und dazu durch ihren von den Seiten her blattförmig zuſammengedrückten Schwanz beſonders befähigt ſind. Obwohl ſie gute Schwimmer ſind, pflegen ſie ſich nie ſehr weit von den Küſten zu entfernen. Mitten in den Ozeanen trifft man ſie nicht an, wohl aber in Entfernungen bis zu 100 und 150 km vom Lande, längs der Küſten. Die Seeſchlangen vermögen lange Zeit unter Waſſer zu tauchen, wobei ihnen die Konſtruktion ihrer Lunge zu Hilfe kommt, welche wie bei allen Schlangen das Zurückhalten eines Luftvorrates erlaubt. Vielleicht haben ſie auch noch bis zu einem gewiſſen Grade die Fähigkeit, Sauerſtoff direkt aus dem Waſſer aufzunehmen, und zwar durch gewiſſe Bildungen, welche geradezu an Kiemen erinnern. Nach G. S. Weſt haben die Seeſchlangen am Ober- und Unterkiefer in der Schleimhaut maſſenhafte Blutgefäße, welche um die Zähne verlaufen; ſie füllen nicht nur

Digitized by Google

die Höhlungen zwiſchen den Zähnen aus, ſondern erſtrecken ſich auch noch über einen großen Teil beider Kieferſeiten.

Ähnliche Bildungen, die wohl der Waſſeratmung dienen, finden ſich in Geſtalt von zottigen Fortſätzen im Rachen gewiſſer Weichſchildkröten. Die Schildkröten ſind ja eine Reptiliengruppe, welche viele an das Waſſerleben angepaßte Mitglieder enthält. Wir können ſogar innerhalb der Klaſſe der Schildkröten eine ſteigende Anpaſſung an das Waſſerleben konſtatieren. Während die Landſchildkröten ein hochgewölbtes Rückenſchild und plumpe, ſäulenförmige Beine beſitzen, ſind die Sumpf- und Süßwaſſerſchildkröten durch eine abgeflachte Geſtalt des Panzerſchildes ausgezeichnet; ihre Füße ſind platt, die Zehen durch Schwimmhäute miteinander verbunden. Die großen Schwimmſchildkröten des Meeres, welche nur zum Eierlegen das feſte Land betreten und ſonſt ſtets im freien Meer ihren Aufenthalt haben, zeigen in ausgeſprochenem Maße die Abflachung des Körperpanzers, und ihre Füße ſind geradezu zu Floſſen umgeſtaltet; ſie ſind ſchlank, ſchmal und zugeſpitzt. Ähnlich wie in den Floſſen der Wale iſt bei ihnen die Zahl der Phalangen bedeutend vermehrt. Typiſche Waſſerſchildkröten, unter ihnen vor allem Sumpf- und Süßwaſſerformen, vermögen oft ſehr lange tauchend unter dem Waſſer zu verweilen. Solche Formen pflegen ſehr große Lungen zu haben, wie z. B. Kachuga tectum Sm., eine Tiefwaſſerſchildkröte Indiens, deren ungeheure Lungen in beſonderen Knochenkammern eingeſchloſſen ſind. Derartige Anpaſſungen an das Leben im Waſſer weiſen auch die Krokodile auf. Auch ſie ſind durch ihren Körperbau zum Schwimmen beſonders befähigt; ſie haben den von den Seiten her zuſammengedrückten Schwimmſchwanz der Waſſertiere, die zugeſpitzte Geſtalt der guten Schwimmer; auch ſie vermögen ſehr lange unter dem Waſſer tauchend auszuhalten.

Sehr viele Vögel bezeichnen wir als Waſſervögel, weil ſie in ihrer ganzen Lebensweiſe vom Waſſer abhängig ſind. Die Mehrzahl von ihnen hält ſich aber nur an der Oberfläche des Waſſers auf, viele können in geringe, ſehr wenige in etwas größere Tiefen tauchen. Je ausgeſprochener ein Vogel an das Waſſerleben angepaßt iſt, um ſo glatter liegt ſein Gefieder der Oberfläche des Körpers an, um ſo kleiner ſind die einzelnen Federn, um ſo intenſiver iſt das Tier mit dem Sekret der Bürzeldrüſe eingefettet. Diejenigen Vögel, welche unter das Waſſer zu tauchen vermögen, haben relativ ſchwere Knochen, ſo die Taucher, Kormorane, Schlangenhalsvögel, Pinguine, Enten und Gänſe. Die ſchlecht oder gar nicht tauchenden Formen, wie viele Möwen und vor allem die Pelikane, haben ein außerordentlich leichtes Knochengerüſt. Alle Schwimmvögel ſind mit Schwimmfüßen ausgeſtattet, d. h. ihre Zehen ſind mehr oder minder vollkommen durch Schwimmhäute miteinander verbunden oder doch wenigſtens mit einem Schwimmhautrand eingefaßt. Die Schwimmfüße dienen nicht nur zur Fortbewegung auf der Waſſeroberfläche, wobei der Körper aus dem Waſſer hervorragt und durch die Ruderbewegung der Füße vorwärts getrieben wird; ſie dienen auch beim Tauchen bzw. beim Schwimmen unter Waſſer. Enten und Taucher halten unter Waſſer ihre Flügel dicht an den Körper gepreßt; ſie beſitzen ja relativ wohl entwickelte Flügel; denn ſie ſind ebenſo gewandte Flieger, als Schwimmer und Taucher. Sehr charakteriſtiſch iſt nach Heinroth der Unterſchied zwiſchen den gewöhnlichen Schwimmenten und den Tauchenten (Fuliginiden). Während erſtere nach jedem Tauchen das Waſſer aus ihrem Gefieder ſchütteln müſſen, ſind letztere ſofort wieder zum Tauchen bereit. Sie beſitzen an der Bruſt, unterhalb der Flügel eine Gruppe aufrecht ſtehender Federn, die ſogenannten Tragfedern, welche ſtets mit dem Sekret der Bürzeldrüſe gut eingefettet ſind. Dieſe Federn legen ſich über den beim Tauchen dem Körper dicht angedrückten Flügel, ſo daß in den Zwiſchenraum kein Waſſer eindringen kann. Die Alken und Pinguine jedoch benutzen ihre

Digitized by Google

Schlägt der voller gen Himmel steigende Ballon tiefer Wurzel, Verwandtschaften, Neigungen und Ehren Revolutionen, verfolgen ihn die Blitzgewalten heran, und wo sie ihn treffen, verbrennt sich das Gewebe, und der Ballon fällt zu Boden herab. Ebenso wird der Geist Kühner gestürzt, wenn ihn Blitze seiner Begeisterung treffen, die Gewalten der Natur ihn ergreifen, wenn ihn Gefahren und Schmerzen

Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. Rückschlagkräfte. Fig. 2. Rückschlagkräfte.

rufen, und wenn er sich in der Nähe und Ferne die Feuer sieht, mit denen Gewitter, Revolutionen und andere fremde Atmosphären drohend brennen; aber gerade dieses Zusammenschlagen mit den Elementen, gerade dieses Ringen mit Gefahren und Schmerzen, gerade diese Berührung mit Gewalten, welche ihn zu vernichten drohen, bringt ihn zu sich selber zurück, und er fühlt sich wieder. Ein Mensch, der niemals Gefahren, Schmerzen, Leidenschaften, Gewitter, Revolutionen, Blitze, Feuer, Gewalten, Elemente, Atmosphären, Ideen, Ideale und Ehren, Ehren kennt

Muskeln zu öffnende Naſenöffnungen und kann mit dem in die Lunge aufgenommenen Luftvorrat lange unter Waſſer aushalten.

Am höchſten an das Waſſerleben angepaßt ſind unter allen Säugetieren, ja wir können wohl ſagen unter allen höheren Wirbeltieren, die Robben und Wale. Auch die Robben beſitzen ein ganz kurzes Haarkleid. Dieſe an das Waſſerleben angepaßten Raubtiere zeigen in der Spindelform ihres Körpers den üblichen Schwimmtypus. Ihre Extremitäten haben eine ähnliche Miſſion zu erfüllen wie die Floſſen der Fiſche; ſo ſind ſie denn relativ kurz, abgeflacht und nach hinten gerichtet. Vielfach erinnert ihr äußerer Umriß ſchon an Floſſen. Dieſer Eindruck wird bei den Vordergliedmaßen noch dadurch vermehrt, daß der innere Teil nicht über die äußere Kontur des Rumpfes hervorragt, ſondern von deſſen Haut überzogen wird. Es ſteht faſt nur mehr die Hand heraus. Das Walroß und die Ohrenrobben können die Hinterbeine noch ſo weit nach vorn bewegen, daß ſie auf ihnen laufen können. Bei den echten Robben dagegen ſind die Hinterbeine in der Richtung nach hinten dauernd fixiert; ſie ſehen geradezu wie eine ſchwanzartige Verlängerung des Hinterleibs aus. Sie ſind noch vollkommener in die Haut des Rumpfes eingeſchloſſen als die Vorderbeine; ſie liegen ganz weit hinten am Körper, einander genähert, mit den Fußſpitzen nach hinten gerichtet. Vorder- und Hinterbeine ſind mit Schwimmhäuten verſehen. Die floſſenartige Form der Vordergliedmaßen iſt dadurch bedingt, daß die Finger vom erſten bis zum fünften an Größe abnehmen. Die hinteren Extremitäten wirken beim Schwimmen zuſammen wie eine Schwanzfloſſe; ſie haben beide Schaufelform, indem die erſte und fünfte Zehe meiſt größer als die drei inneren ſind. Bei den eigentlichen Robben finden wir noch Krallen an den Vorderfloſſen; beim Walroß nur noch ſchwache Nägel, bei den Ohrenrobben ſind ſie faſt ganz rückgebildet. Die Pinnipedier haben ſtets ganz kurze Schwänze. Innerhalb der Reihe der Robben zeigt ſich eine fortſchreitende Rückbildung des äußeren Ohrs. Eine charakteriſtiſche Anpaſſung an das Waſſerleben iſt ferner im Bau der Naſenlöcher zu erblicken, welche einen ſchmalen Spalt bilden, der ſich infolge der Elaſtizität ſeiner Wand von ſelbſt ſchließt. Zum Atmen wird er durch Muskelwirkung geöffnet. Ähnlich wie bei den Fiſchen ſpielt bei der Bewegung im Waſſer die Muskulatur der hinteren Hälfte ihres ſehr biegſamen Rumpfes die Hauptrolle. Während die Robben am Land ſich im allgemeinen nur ſehr ſchwerfällig zu bewegen vermögen, wobei Ohrenrobben und Walroß alle vier Extremitäten benützen, die Seehunde dagegen ſich ſtoßweiſe unter ſchlängelnden Bewegungen des Hinterkörpers fortarbeiten, ſchwimmen ſie im Waſſer ſehr raſch unter eleganten Bewegungen. Ihre Nahrung beſteht ausſchließlich aus Waſſertieren: Fiſchen, Krebſen und Mollusken, die ſie vielfach mit großer Geſchicklichkeit einfangen. Dabei iſt ihnen die Form ihres Gebiſſes ſehr dienlich, welches ſehr von demjenigen der Landſäugetiere abweicht. Es beſteht nämlich aus in der Form einander ähnlichen, ſpitzen, durch Lücken voneinander getrennten Zähnen, wie ſie überhaupt für Fiſchfänger charakteriſtiſch ſind (vgl. S. 144). Vielfach erreichen die Robben eine beträchtliche Körpergröße; daß trotzdem viele von ihnen eine pelagiſche Lebensweiſe führen, wird durch die dicke Speckſchicht, die ihren Körper umſchließt, ermöglicht.

Noch viel größere Formen, wahre Rieſen, finden ſich in der Gruppe der walähnlichen Tiere. Wegen mancher äußeren Ähnlichkeiten hat man früher die Sirenen oder Seekühe für nahe verwandt mit den Walen gehalten. In ihrem Bau ſtehen ſie aber den Huftieren viel näher, und es iſt nur die gleiche Lebensweiſe, welche ſie den Walen ähnlich gemacht hat. Wie die Huftiere ſind ſie auch Pflanzenfreſſer, indem ſie ſich, wie wir früher ſchon gehört haben, hauptſächlich von Tangen ernähren. Auch ſie haben einen ausgeſprochen

Digitized by Google

Schiebeleisten dienen Klammern zur Befestigung der Bücher. Ebenso wie die Bücherbretter sind auch die Leisten durch den verschiedenartigen Abstand Löcherverschiedenen Ab- stand Löcher verschiedenen Abstand Löcher in einer Reihe in einer Reihe in einer Reihe

beiden Seiten des röhrenförmigen Kehlkopfes vorbei. Die großen Lungen ermöglichen es den Walen die Luft lange aufzuspeichern. Alle Wale sind sehr geschickte Taucher. Wenn sie nach dem Tauchen an die Wasseroberfläche emporsteigen, pressen sie die Luft mit Gewalt aus den Nasenlöchern hervor; diese ist mit Feuchtigkeit beladen, welche sich an der Außenluft kondensiert; so entsteht denn eine mächtige Atemfontäne, von der man früher glaubte, sie bestehe aus einem von den Walen emporgespritzten Wasserstrahl. In Wahrheit kann aber, wie wir gesehen haben, infolge des eigenartigen Baues des Kehlkopfes Wasser gar nicht in die Nasenhöhle eines Wals eindringen. Die Atemfontäne kann bei dem Blauwal bis 6 Meter hoch sein. Bei den Bartenwalen gibt es zwei Fontänen, bei den Zahnwalen, welche nur eine äußere Nasenöffnung haben, nur eine. Wale können zum Teil sehr lange tauchen; im allgemeinen taucht bei der Nahrungssuche ein Bartenwal auf drei bis zwanzig Minuten unter; harpunierte Individuen tauchen viel länger. Delphine tauchen ungefähr alle 5 Minuten unter und erreichen dabei im allgemeinen Tiefen von 60 bis 100 Metern. In der Todesangst tauchen aber die verschiedensten Walformen 250, 400, 600 Meter tief und erreichen wohl auch noch größere Tiefen. Harpunierte Zahnwale bleiben oft eine Stunde und länger unter Wasser, so der Dögling 45 Minuten, Potwale $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{3}{4}$ Stunden. Die Wale sind unter den gegenwärtig lebenden Tierformen die größten; man hat bei Potwalen Längen bis zu 20 Metern, bei Blauwalen bis zu 29 Metern gemessen. Ein Blauwal von 23 Meter Länge wiegt 73000 Kilo, also ungefähr so viel wie tausend Menschen. Dieses gewaltige Gewicht kann mit geringer Muskelanstrengung an der Oberfläche erhalten werden, denn das spezifische Gewicht des Walkörpers weicht kaum von demjenigen des Seewassers ab. Das ist vor allem durch Anhäufung sehr leichter Substanzen im Körper bedingt. Der riesige Kopf des Potwals ist von einer mächtigen Höhle erfüllt, die ein ganz leichtes Öl enthält, das sogenannte Walrat. Die gewaltige, oft einen halben Meter dicke Speckschicht, welche den ganzen Körper umhüllt, trägt wesentlich zur Herabsetzung des spezifischen Gewichtes bei. Sie schützt auch das Innere des Körpers vor der abkühlenden Wirkung des Wassers. Die Wale sind ja gleichwarme Säugetiere, deren Körpertemperatur ungefähr 35,5° C. beträgt. Inwiefern die Wale an die besondere Art der Nahrung, welche ihnen das Wasser darbietet, angepaßt sind, ist bereits früher erörtert worden.

Alle besprochenen Beispiele zeigen uns, welch tiefgehenden Einfluß das Medium in seinen allgemeinen Eigenschaften auf den Tierkörper hat. Wir werden in den nächsten Kapiteln sehen, daß auch in Kombination mit anderen Naturkräften der Charakter des Mediums jeweils seinen besonderen Einfluß äußert und so zur Mannigfaltigkeit der Anpassungsformen im Tierreich erheblich beiträgt.

11. Kapitel.

Medium und Substrat.

Einfluß der Schwerkraft.

Die Wirkung der Schwerkraft veranlaßt fast alle Tiere, sich in einer bestimmten Weise zum Mittelpunkt der Erde einzustellen. Dabei verhalten sie sich bis zu einem gewissen Grade verschieden, je nachdem sie frei beweglich oder festsitzend sind. Die freibeweglichen Tiere können entweder Bodentiere sein, d. h. Tiere, welche an das Substrat gebunden sind, oder sie sind Schwebtiere, welche sich zeitweise oder dauernd vom Substrat loszulösen

Digitized by Google

vermögen. In den beiden Medien, deren Einfluß auf die Tierformen wir im vorigen Kapitel besprochen haben, im Wasser und in der Luft, finden wir sowohl Bodentiere als auch Schwebtiere. Der wesentlichste Unterschied zwischen beiden Gruppen tritt uns im spezifischen Gewicht der Tierkörper entgegen. Einige Beispiele mögen dies erläutern. Die Wale sind Schwebtiere; nichts ist für einen Wal verderblicher als die Berührung mit dem festen Boden. Das spezifische Gewicht seiner gesamten Körpersubstanzen weicht kaum von demjenigen des Meerwassers ab. Und doch ist ein Wal ein mit einem komplizierten, mächtigen Knochenskelett ausgestattetes Säugetier. Daß er spezifisch so leicht ist, verdankt er nicht nur den ungeheuren Fettmassen, welche seinen Körper einhüllen, sondern auch der verblüffenden Leichtigkeit seiner locker gebauten Knochen. Ein anderes Wassersäugetier, das Walroß, ist ein Bodentier, welches im Wasser stets auf den Meeresgrund herabsinkt, um dort Muscheln zu fressen. Ebensowenig wie ein Wal könnte dies Tier sich längere Zeit am Boden des Wassers halten, wenn nicht seine massiven schweren Knochen ihm ein erhebliches spezifisches Übergewicht gegenüber dem Wasser verliehen. Bei Lufttieren können wir dieselben Gegensätze konstatieren. Das Skelett eines Straußes oder eines Huhns ist unvergleichlich schwerer als dasjenige einer Möve oder eines Pelikans. Erstere sind beide Bodenvögel, letztere Schwebvögel. Da, wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, die Schwere der Körpersubstanzen in der Luft ganz unverhältnismäßig größer ist als im Wasser, so finden wir in beiden Medien in den Beziehungen der Tiere zum Substrat ganz verschiedene Anpassungen.

Betrachten wir zunächst die Wassertiere. Nach dem Vorgang von Haeckel hat sich eine Einteilungsweise derselben eingebürgert, welche sie in der Regel in drei Gruppen scheidet: in das Benthos, Plankton und das Nekton. Unter dem Namen Benthos faßt man die an den Boden gebundenen, unter dem Namen Plankton die im freien Wasser willenlos treibenden und unter dem Namen Nekton die frei schwimmenden Tiere zusammen. Diese Einteilung ist keine ganz natürliche und entspricht auch nicht vollkommen den die einzelnen Gruppen charakterisierenden biologischen Anpassungen. Es erscheint mir logischer, nur Benthos und Plankton in Gegensatz zueinander zu stellen. Es gibt aber sowohl Bodentiere, welche gelegentlich sich in das freie Wasser erheben und längere Zeit in demselben herumschwimmen können, als auch Plaktontiere, welche nicht willenlos den Strömungen folgen, sondern mit einer oft beträchtlichen Eigengeschwindigkeit das freie Wasser durchmessen und den Strömungen entgegenschwimmen können. So ist es denn zweckmäßig, von dem eigentlichen Benthos das nektonische Benthos, von dem eigentlichen Plankton das nektonische Plankton zu unterscheiden.

Unter den Tieren des Benthos finden sich alle möglichen Zwischenstufen zwischen solchen, welche vollkommen frei beweglich (vagil), und solchen, welche mehr oder minder an den Ort gebunden oder vollkommen sessil sind. Die besonders durch ihre Ernährungsanpassungen ausgezeichneten festsitzenden Wassertiere haben wir in einem früheren Kapitel schon ausführlich behandelt. Manche der beweglichen Tiere des Benthos nähern sich in ihren körperlichen Anpassungen sehr den festsitzenden Formen. Das ist schon dadurch bedingt, daß sie, um überhaupt am Boden des Meeres oder der sonstigen Gewässer, in denen sie leben, verharren zu können, ein hohes spezifisches Gewicht besitzen müssen. Dichter, massiver Bau, vor allem der Skelettsubstanzen, verleiht ihnen die nötige spezifische Schwere. Durch dieselbe werden aber die Körperbewegungen erschwert und verlangsamt, und es zeigen sich sehr bemerkenswerte Verschiedenheiten im Bau, je nach der Art des Untergrundes, des Substrates, auf welchem die benthonischen Tiere leben.

Digitized by Google

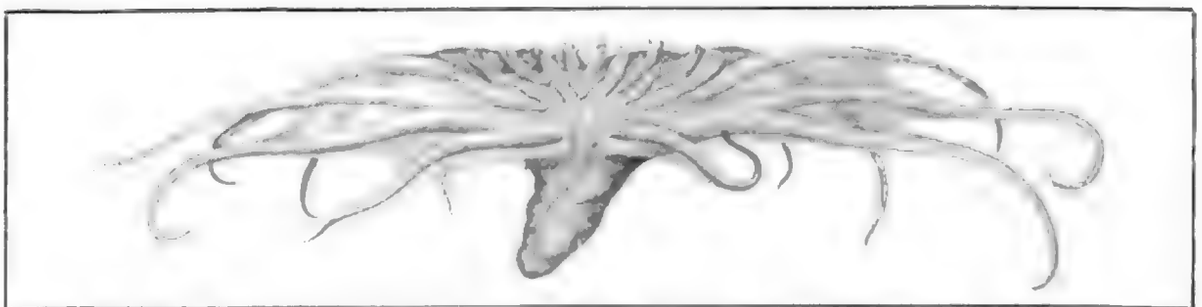


Abb. 668a. Pelagothuria ludwigi Chun. Einzige planktonische Stachelhäutergattung. Nach Chun. Aus Steuer, Planktonkunde.

Wenn wir an dieser Stelle ganz von der Betrachtung der festsitzenden Formen absehen, so können wir doch eine Anzahl von Tierformen des Wassers anführen, welche im erwachsenen Zustande vollkommen an den Boden gefesselt sind, da sie der Schwimmfähigkeit entbehren. Als solche können wir schon unter den Protozoen große Gruppen der Rhizopoden anführen. Die Mehrzahl der Amöben und der Foraminiferen sind echte Benthostiere. Sie bewegen sich auf dem Boden der Gewässer, kriechen auf Steinen, auf Sand und Schlamm, auf Wasserpflanzen oder größeren Tieren umher, sind aber stets an eine Unterlage gebunden. Die ganze Gruppe der Foraminiferen ist durch ein schweres Skelett aus kohlensaurem Kalk ausgezeichnet, dessen relativ grobe Strukturen erheblich von den feinen Filigrangebilden der Kieselsäureskelette der Radiolarien abstechen. Die Hauptmasse der Foraminiferen ist eben gerade so an das benthonische Leben angepaßt, wie die Mehrzahl der Radiolarien an das planktonische. Unter den Coelenteraten gibt es nur wenige Angehörige des vagilen Benthos. Während die Mehrzahl der Polypen sessil ist, sind die Medusen planktonisch. Es gibt allerdings einige wenige Medusen, welche dem vagilen Benthos angehören, so z. B. Eleutheria und die Familie der Lucernariidae. Auch eine ganze Anzahl von Polypen zeigt die Fähigkeit, am Boden der Gewässer zu kriechen; alle diese vagilen Polypen, wie z. B. Hydra und viele Aktinien, haben nur eine geringe, träge Beweglichkeit und nähern sich in ihrer Lebensweise sehr den sessilen Formen.

Dagegen sind sehr viele Würmer, ja wir können sagen, die Mehrzahl der Angehörigen dieses Tierstammes zum Benthos zu rechnen. Sessiles und vagiles Benthos sind bei ihnen gleichmäßig vertreten. Viele der Borstenwürmer des Meeres leben ausschließlich am Boden und bewohnen da Höhlungen, eventuell auch Hohlräume in Schwämmen, Tierstöcken usw. Manche von ihnen zeigen aber eine gewisse, mehr oder weniger häufig angewandte Schwimmfähigkeit. So sind z. B. die Nereiden in ihrer atoken Form, also außerhalb ihrer Vermehrungsperiode, streng benthonisch, während sie als epitoke Tiere frei zu schwimmen vermögen. Wir erblicken also in ihnen Repräsentanten des nektonischen Benthos.

Fast ausschließlich aus benthonischen Tieren besteht der Stamm der Echinodermen. Alle Seesterne, Seeigel, Schlangensterne und die Holothurien mit einer einzigen Ausnahme (Abb. 668a) gehören zum vagilen Benthos. Unter den heute lebenden Echinodermen sind die Crinoideen die einzigen sessilen Formen, während es in früheren Erdperioden auch andere sessile Gruppen gab. Die zu den Crinoideen gehörige Gruppe der Comatulaceen gehört zum nektonischen Benthos, wenn auch ihre Angehörigen selten von ihrer geringen Schwimmfähigkeit Gebrauch machen. Gerade die Gruppe der Stachelhäuter bietet uns charakteristische Beispiele für die Anpassungen der benthonischen Tiere. Ja, da die Mehrzahl der Echinodermen planktonische Larven besitzt, so können wir bei der einzelnen Art während der Entwicklung des Individuums verfolgen, wie die Anpassungen an das planktonische Leben durch diejenigen, welche

Digitized by Google

für bei Tieren ein Ersatz der normalen Netzhaut, wenn diese ihre Empfindlichkeit für Licht verloren hat, ist bisher nicht bekannt. Es ist aber möglich, daß die Netzhaut des Auges, wenn sie durch Alter, durch Krankheit oder durch Verletzung ihre Empfindlichkeit für Licht verloren hat, durch eine andere Netzhaut ersetzt wird, die sich an einer anderen Stelle des Auges bildet. Wenn z. B. bei einem Tiere die Netzhaut des Auges durch Verletzung zerstört ist, so kann sich eine neue Netzhaut an einer anderen Stelle des Auges bilden, und diese kann dann die Funktion der alten übernehmen. Ob dies wirklich geschieht, ist bisher nicht bekannt.

Fig. 109. Netzhautbild. Das Netzhautbild eines Gegenstandes (hier ist durch irgendeinen Zufall, Kraft, Ei, Ding, nur ein Strich).

Eine durchgreifende Änderung der Netzhaut haben wir in Fällen der Netzhautablösung. Wir bezeichnen damit denjenigen Zustand, wo infolge Zerreißens einer Ader, die meistens größere Blutungen zur Folge hat, die Netzhaut von der Aderhaut durch eine Flüssigkeit getrennt wird. Dadurch wird die Netzhaut ihrer Ernährung beraubt und sie kann dann ihre Funktion nicht mehr ausüben. Bei Netzhautablösung, die besonders bei Kindern, die in Bleichsucht leiden, vorkommt, ist das Sehvermögen sehr stark herabgesetzt. Man sieht, daß infolge der Netzhautablösung auch eine Änderung in der Netzhaut eintritt, die sich aber nicht auf das Sehvermögen bezieht, sondern auf die Ernährung der Netzhaut. Ob diese Änderung der Netzhaut eine Neubildung ist, ist bisher nicht bekannt.

Eine Änderung der Netzhaut, die sich auf das Sehvermögen bezieht, ist die Farbenblindheit. Sie tritt oft ein, wenn die Netzhaut durch Krankheit oder durch Verletzung ihre Empfindlichkeit für Licht verloren hat. Dann kann sie auch ihre Funktion, Farben zu empfinden, ausüben. Es ist aber möglich, daß eine Netzhaut, die ihre Empfindlichkeit für Licht verloren hat, durch eine andere Netzhaut ersetzt wird, die sich an einer anderen Stelle des Auges bildet. Wenn z. B. bei einem Tiere die Netzhaut des Auges durch Verletzung zerstört ist, so kann sich eine neue Netzhaut an einer anderen Stelle des Auges bilden, und diese kann dann die Funktion der alten übernehmen. Ob dies wirklich geschieht, ist bisher nicht bekannt.

Eine durchgreifende Änderung der Netzhaut haben wir in Fällen der Netzhautablösung. In diesen Fällen ist die Netzhaut von der Aderhaut durch eine Flüssigkeit getrennt. Dadurch wird die Netzhaut ihrer Ernährung beraubt und sie kann dann ihre Funktion nicht mehr ausüben. Bei Netzhautablösung, die besonders bei Kindern, die in Bleichsucht leiden, vorkommt, ist das Sehvermögen sehr stark herabgesetzt. Man sieht, daß infolge der Netzhautablösung auch eine Änderung in der Netzhaut eintritt, die sich aber nicht auf das Sehvermögen bezieht, sondern auf die Ernährung der Netzhaut. Ob diese Änderung der Netzhaut eine Neubildung ist, ist bisher nicht bekannt.

Eine Änderung der Netzhaut, die sich auf das Sehvermögen bezieht, ist die Farbenblindheit. Sie tritt oft ein, wenn die Netzhaut durch Krankheit oder durch Verletzung ihre Empfindlichkeit für Licht verloren hat. Dann kann sie auch ihre Funktion, Farben zu empfinden, ausüben. Es ist aber möglich, daß eine Netzhaut, die ihre Empfindlichkeit für Licht verloren hat, durch eine andere Netzhaut ersetzt wird, die sich an einer anderen Stelle des Auges bildet. Wenn z. B. bei einem Tiere die Netzhaut des Auges durch Verletzung zerstört ist, so kann sich eine neue Netzhaut an einer anderen Stelle des Auges bilden, und diese kann dann die Funktion der alten übernehmen. Ob dies wirklich geschieht, ist bisher nicht bekannt.

Eine durchgreifende Änderung der Netzhaut haben wir in Fällen der Netzhautablösung. In diesen Fällen ist die Netzhaut von der Aderhaut durch eine Flüssigkeit getrennt. Dadurch wird die Netzhaut ihrer Ernährung beraubt und sie kann dann ihre Funktion nicht mehr ausüben. Bei Netzhautablösung, die besonders bei Kindern, die in Bleichsucht leiden, vorkommt, ist das Sehvermögen sehr stark herabgesetzt. Man sieht, daß infolge der Netzhautablösung auch eine Änderung in der Netzhaut eintritt, die sich aber nicht auf das Sehvermögen bezieht, sondern auf die Ernährung der Netzhaut. Ob diese Änderung der Netzhaut eine Neubildung ist, ist bisher nicht bekannt.

Eine Änderung der Netzhaut, die sich auf das Sehvermögen bezieht, ist die Farbenblindheit. Sie tritt oft ein, wenn die Netzhaut durch Krankheit oder durch Verletzung ihre Empfindlichkeit für Licht verloren hat. Dann kann sie auch ihre Funktion, Farben zu empfinden, ausüben. Es ist aber möglich, daß eine Netzhaut, die ihre Empfindlichkeit für Licht verloren hat, durch eine andere Netzhaut ersetzt wird, die sich an einer anderen Stelle des Auges bildet. Wenn z. B. bei einem Tiere die Netzhaut des Auges durch Verletzung zerstört ist, so kann sich eine neue Netzhaut an einer anderen Stelle des Auges bilden, und diese kann dann die Funktion der alten übernehmen. Ob dies wirklich geschieht, ist bisher nicht bekannt.

planktonische Arten und Übergangsformen zwischen ihnen. Ich erinnere nur an die bald an den Boden gebundenen, bald planktonisch lebenden Ostrakoden: noch höher als die letzteren sind oft die Cladoceren an das planktonische Leben angepaßt, während eine geringere Anzahl von ihnen dem nektonischen Benthos angehört. Die Rankenfüßler oder Cirripedia bieten uns sogar das Beispiel festgewachsener Krebstiere. Während die Asseln, so z. B. unsere gewöhnliche Wasserassel, zum nektonischen Benthos zu rechnen sind, finden wir unter den Flohkrebsen viele planktonische Formen. Am interessantesten ist die Anpassung an die verschiedenen Lebensbezirke bei den höchststehenden Krebsen zu verfolgen. Unter den Dekapoden gibt es Formen, welche vollkommen an den Boden gefesselt sind, wie z. B. die Dreieckskrabben (Oxyrrhyncha), die Dromiiden, die Catometopa und überhaupt die Mehrzahl der Krabben, ferner alle Einsiedlerkrebse (Paguriden), sowie die großen Krebse aus der Verwandtschaft der Hummer und Langusten. Vielfach mit ihnen gemeinsam leben Arten, welche Schwimmwerkzeuge besitzen und in den Stand gesetzt sind, den Boden zu längeren oder kürzeren Exkursionen zu verlassen; hierher gehören viele Garnelen und unter den Krabben die Schwimmkrabben (Portunidae). Letztere sehen mit ihrem abgeflachten Körper und ihren Ruderfüßen ganz anders aus als die stelzbeinigen Bodenkrabben. Viele Garnelen kommen im freien Wasser vor, in dem ein Teil von ihnen sich relativ rasch fortzubewegen vermag, während ein anderer Teil zu den echten Schwebtieren gehört. Auch unter den Fischen finden wir sämtliche vier Gruppen biologischer Anpassungen vertreten, wenn auch echte Bodentiere unter ihnen sehr selten sind. Selbst solche Formen, welche wie die Rochen unter den Haien und wie die Schollen in ihrem abgeflachten Körper eine sehr weitgehende Anpassung an das Leben am Meeresboden zeigen, haben immerhin noch die Fähigkeit bewahrt, im Wasser zu schwimmen, müssen aber stets nach einiger Zeit wieder auf das Substrat zurückkehren. Die Mehrzahl der Fische gehört zum nektonischen Plankton, doch gibt es auch eine nicht geringe Zahl von planktonischen Fischen. Ich erinnere nur an die Bandfische (Taeniopteryx), an die Aallarven usw.

Die Bodentiere sind in ihrem ganzen Leben sehr von dem Untergrund, auf welchem sie vorkommen, abhängig. Die Beschaffenheit des Untergrundes bedingt das Vorkommen ganz bestimmter Pflanzen und ganz bestimmter Tiere; sie alle zusammen bilden eine Biocönose, indem sie ebenso wie von ihrer unbelebten Umgebung so auch gegenseitig voneinander beeinflußt werden. Man bezeichnet im allgemeinen mit einem der Geologie entnommenen Ausdruck die auf bestimmtem Untergrund vorkommenden Lebensgemeinschaften von Organismen als Fazies. Die wichtigsten derselben, welche wir im Meer zu unterscheiden haben, sind folgende: 1. die Fazies des Felsengrunds, 2. Geröllgrund, 3. Sand, 4. Schlamm, 5. Schlick, 6. Tiefseeschlamm. Zu diesen hauptsächlich durch die mineralischen Bestandteile bedingten Fazies kommen die biologischen Fazies, welche vor allem durch bestimmte sie bildende Organismen charakterisiert sind Es sind dies die Fazies: 7. der Korallenriffe, 8. der Röhrenwurmbänke, 9. der Muschelbänke und 10. der Algenwiesen.

Es würde viel zu weit führen, wenn wir alle Anpassungen, welche

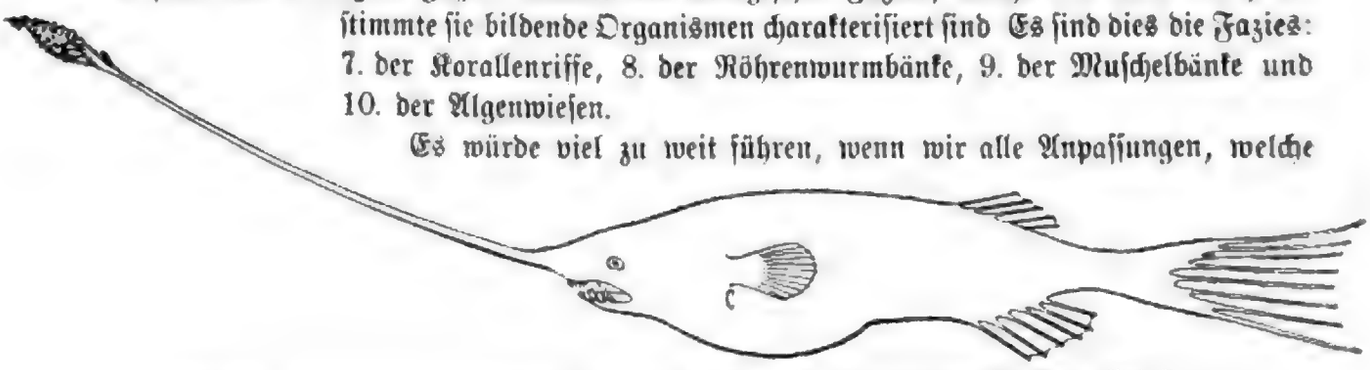


Abb. 670. Gigantactis vanhöffeni Brauer. Fischart aus dem intermediären Plankton. Nach Brauer.
Aus Steuer, Planktonkunde

Digitized by Google

Fig. 11. Persischer Jagdteppich (Leipzig, Kunstgewerbe-Mus. Nach Falke, Textilkunst).

Die reguläre Bewaffnete bietet regulärer Jagd entsprechen, hier besonders wichtig. Auch ist vielfach der Gebrauch der Jagdart und der Tiere viele geographisch verschieden. Besonders Hetzen und mit einiger leichter Bewaffnungen Gewandten. Früher Hetzen haben sie (z. B. 1911 die Bewaffnungen Jagd, Jagd, Jagd,

Abb. 672. Sagitta hexaptera d'Orb. Typus eines schnellschwimmenden Angehörigen des nektonischen Plankton. Vergl. 1/10. Nach O. Hertwig. Aus Steuer, Planktonkunde.

Abnahme des Lichtes wird die Zahl der als Nahrung dienenden Planktonpflanzen und damit die Zahl der Arten und Individuen von Planktontieren kleiner. Wir bezeichnen das Plankton der Schichten unterhalb der Oberfläche, welche sich durch Tausende von Metern bis in die Nähe des Bodens der Ozeane erstrecken können, zum Unterschied vom Oberflächenplankton als intermediäres Plankton. Wir werden später sehen, daß auch das intermediäre Plankton oder die bathypelagischen Tiere (vgl. Taf. XVII) je nach den Mengen des in die Tiefe eindringenden Lichtes sich in verschiedene Gruppen einteilen lassen, die gesonderte Regionen bewohnen.

In welcher Weise die Planktontiere im Wasser sich schwebend erhalten, ist im I. Bd. S. 167 ff. schon erörtert worden. Es wurde hervorgehoben, daß bald Verringerung des Übergewichts durch Einlagerung von leichten Substanzen im Körper, bald Vermehrung des Formwiderstands durch Abflachung und Verbreiterung des Körpers, Anbringung von Schwebflächen und Schwebstangen die Schwebfähigkeit der Planktontiere erhöht. Alle Planktontiere haben einen regulär ausbalancierten Körper, indem jeweils Erhöhung des Gewichts einer Körperhälfte durch Gegengewicht an der andern kompensiert wird.

Durch die Gewichtsverteilung kehren viele Planktontiere nach einer Störung des Gleichgewichts automatisch in ihre Normalstellung zurück. Andere vermögen durch ganz geringe Bewegungen der Schwimmorgane die Gleichgewichtslage wieder einzunehmen. Damit im Zusammenhang sehen wir bei beweglichen Planktontieren stets wohlausgebildete Gleichgewichtssinnesorgane. Im 1. Band dieses Werkes sind die Statozysten ausführlich besprochen worden; dabei haben wir sowohl kugelige und symmetrische als unsymmetrische Statozysten kennen gelernt. Die Gleichgewichtssinnesorgane der Planktontiere sind nun stets kugelig oder doch vollkommen symmetrisch gebaut, da bei ihnen nur sehr einförmige Einwirkungen in Betracht kommen.

Die typischen Planktontiere haben eine geringe Eigenbeweglichkeit. Viele unter ihnen führen sogar überhaupt keine aktiven Bewegungen aus. Sie alle, selbst diejenigen, welche eine ziemlich beträchtliche Eigenbeweglichkeit besitzen, unterliegen in ihrer Verbreitung dem Einfluß der Strömungen. Die Meeresströmungen tragen die pelagische Tierwelt über weite Gebiete des Ozeans. Im Bereich eines warmen oder kalten Meeresstroms, also z. B. des Golfstroms, des Kurosiwo oder der Grönlandströmung, findet sich oft über sehr viele Breitegrade hin dieselbe pelagische Tierwelt. Die weiten Wanderungen, welche auch die Larven vieler Meerestiere mit den Strömungen mitmachen, trägt vielfach dazu bei, die Faunen weitentlegener Gegenden untereinander ähnlich zu machen.

In dem gleichen Lebensbezirk, in welchem wir die typischen Planktontiere mit ihrer geringen Eigenbeweglichkeit finden, kommen auch Tiere vor, welche ganz ähnliche Anpassungen wie die echten Planktontiere aufweisen, die aber eine weit größere Eigenbeweglichkeit besitzen. Es sind das manche Würmer, Tintenfische, höhere Krebse und vor allem Wirbeltiere, so Haie, Knochenfische und Wale. Alle die Formen, an welche ich hier denke, sind ebenso an das Leben im freien Wasser angepaßt wie die früher behandelten Schwebformen. Sie können sich ohne starke Bewegung in einem Horizont des Wassers erhalten, ohne zu Boden zu sinken. Wie für jene Tiere so ist auch für sie die Berührung mit dem festen

Digitized by Google

Boden verderblich oder doch gefährlich. Aber sie sind kräftige Schwimmer, welche manchmal sogar den Meeresströmungen entgegenzuschwimmen vermögen. So finden wir denn bei ihnen Gestalten ausgebildet, welche in ihrem Umriß uns deutlich erkennen lassen, daß es sich um aktiv bewegliche, rasch das Wasser durchschneidende Tiere handeln muß. Diese schnellbeweglichen Planktontiere unterscheiden wir als *nektonisches* oder *Schwimmplankton* von dem eigentlichen oder *Schwebeplankton*.

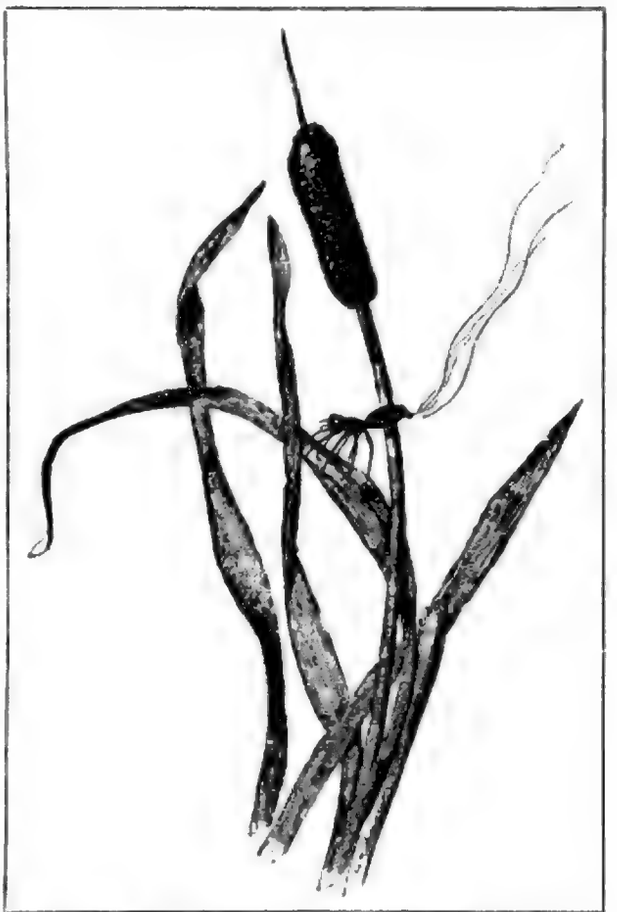


Abb. 673. Junge Spinne (Tetragnatha extensa) vor dem Abflug Fäden aus den Spinnwarzen ausstoßend. Nach Mc. Cook.

Vergleichen wir die Anpassungen der *Lufttiere* an ihr Medium mit denjenigen der Wassertiere, so finden wir manche Übereinstimmungen. Ein wichtiger Unterschied tritt uns aber sofort entgegen. Das viel größere spezifische Gewicht, welches die Substanzen der Tierkörper in der Luft haben, schließt die Existenz von Schwebetieren fast vollkommen aus. Ein Plankton, wie im Wasser, gibt es in der Luft nicht. Lufttiere, welche vom Boden oder einem anderen festen Substrat vollkommen unabhängig wären, sind nicht bekannt. Immerhin gibt es Tiere, welche einen großen Teil ihres Lebens in der Luft zubringen; dabei müssen sie aber stets in Bewegung sein. Man kann sie also nur in einem übertragenen Sinn mit dem Nekton des Meeres vergleichen; denn keines unter ihnen vermag dauernd ohne Kraftleistung in der Luft zu schweben.

Schwebformen können wir bei luftbewohnenden Tieren aber dennoch konstatieren. Wie wir schon früher gehört haben, sind die Dauerstadien und Eier mancher Bewohner austrocknender Gewässer und mancher Parasiten auf die Verbreitung durch den Wind angewiesen. Hie und da sehen wir auf der Oberfläche solcher Formen, so z. B. bei Rotatorieneiern, Fortsätze ausgebildet, welche ähnlich wie die bekannten Bildungen an Pflanzensamen das Schweben im Wind erleichtern mögen. Eigentliche Schwebstadien finden sich merkwürdigerweise nur in einer einzigen Gruppe von Landtieren, und zwar in einer ziemlich hochstehenden. Es sind dies die Spinnen, bei denen selbst Formen, welche zum Fangen ihrer Beute keine Netze bauen, die Fähigkeit Sekretfäden zu spinnen ausnützen, um in der Luft schwebend Reisen auszuführen. Besonders im Herbst sieht man oft junge Spinnen aus allen möglichen Gattungen Bäume, Pfähle, Zäune, hochragende Pflanzen, kurz alle möglichen über den Boden sich erhebenden Gegenstände besteigen und auf ihnen sehr merkwürdige Bewegungen ausführen. Sie pflegen den Hinterleib hoch in die Luft zu strecken und aus den Spinndrüsen plötzlich lange Fäden hervorzuschießen (Abb. 673). Bei dem leichten Wind, der an den Herbsttagen bei schönem Wetter zu herrschen pflegt, beginnen diese Seidenfäden wie Wimpel zu flattern. Mit einmal — bei einem günstigen Windstoß — läßt die kleine Spinne die Unterlage los, auf der sie bis dahin saß und wird vom Winde entführt.

Digitized by Google

Abb. 111. Jagen mit Netzen. Nach einem Gemälde Alexis Peter Bibi. Orig. und Verl. Braun.

Wie Jäger, bes. für ausgedehnte Art, gestalte sich Fischfang mit Netzen, auch war solches, wenn unsere Gewässer von Booten aufhörten, ihren früheren Umfang überschritt zu erhalten. Sie stellen an Flüssen Zeichnungen Wildbeuten von Netzen Figuren nach Art. Der Segenannte Wurfnetzfischer. Ein Fischer wirft Netz ausgebreitet in Flußbett bei Tach; sie; denke man die Linien der Netzmaschen werden in Tasch die Schlingenringen nach unterlegen und Gewicht in Netze Fisch in der Maschenring hat Art.

Ein Netz, das Netz, Netzen, Netzfischer, Netzfischerei haben, erinnert man eben nicht an manche der Fischereibezeichnungen, welche wie bei den Fischereinen von Netzen Namen gewinnt haben. Landläufig können wir auch bei den Fischern eine ähnliche Zweiteilung aufstellen, wie wir sie bei den Wasserbauern auf S. 618 und 1. Absatz gesehen haben. Hier ist bei den Fischereinen die Berufsbezeichnung fast gänzlich ab und. Wirtschaft können wir auch bei den Fischereinen mehrere Abteilungen, wenn auch auf den Fischereinen bei den verschied einigen. Der Fischgerät bei Berufsgenossen einen Fischerei Schiffer, also z. B. Fischerei Schiffer, Fischerei Schiffer, Fischerei Schiffer,

Fig. 1.
Head of Ape.
Fig. 2.
Head of Man.

Ape. Man. Ape. Man. Ape. Man.

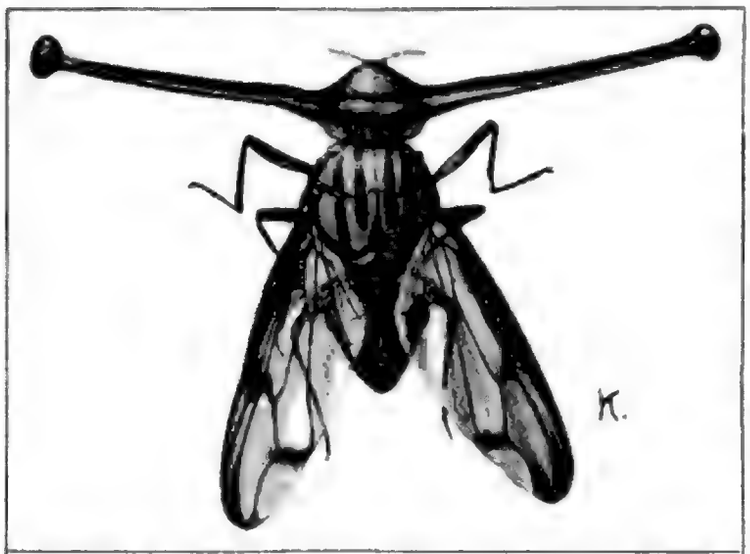


Abb. 676. Achias longivisus, Fliege mit gestielten Augen (aus Neu-Guinea) Vergr. 4 mal Orig. nach der Natur.

etwa Dipteren oder Hymenopteren, welche durch eine Menge von Flügelschlägen das kompensieren müssen, was ihnen an Breite der Flügel fehlt. Auch unter den Schmetterlingen selbst sehen wir die breitflügeligen Tagschmetterlinge viel stolzer durch die Luft schweben als etwa Schwärmer, Eulen und Spanner mit den vielfach viel schmäleren Flügeln. Wie prachtvoll durchzieht ein großer tropischer Papilio oder eine der riesenhaften Spinnerarten die Luft. Auch bei den Vögeln bewirkt Verbreiterung oder jeweils nach der Bewegungsweise die Form der von Flügeln und Schwanzfedern gebildeten Tragflächen eine Erhöhung der Schwebfähigkeit. Die Oberfläche der Flügel ist bei den zum Segelflug und zum Schweben befähigten Raubvögeln und Albatrossen viel ausgedehnter und ganz anders geformt als bei einem schlecht im Flatterflug fliegenden Huhn oder einer Taube; noch geringer ist die Flügelfläche bei den vor allem auf schwirrenden Flug angewiesenen Kolibris oder den Schwalben und Seglern. Wie bei den Insekten so muß auch bei den Vögeln, je kleiner die Flügel sind, um so mehr aktive Betätigung durch Flügelschlagen beim Schwirren, Rütteln und Flattern aufgeboten werden.

Genau so wie bei den Schwebtieren des Wassers, finden wir auch bei allen Tieren, welche sich eine Zeitlang in der Luft schwebend erhalten können, Balanciereinrichtungen zum Ausgleich des Gewichtes der einzelnen Körperteile. Unter den Insekten gibt es Schwebformen, die wohl jeder von uns schon an stillen Sommerabenden beobachtet hat. Die Schnaken und vor allem die langbeinigen Kohlschnaken aus der Gattung Tipula und ihre Verwandten strecken beim Flug ihre enorm verlängerten Beine starr vom Körper ab. Diese Langbeinigkeit müssen wir auch als Mittel zur Erhöhung des Formwiderstandes bezeichnen. Nach meiner Ansicht ist auch die merkwürdige Verlängerung der Seiten des Kopfes, durch welche bei manchen Fliegen die Augen auf lange Stiele verlagert werden, eine solche Balanciereinrichtung. Schon das geringe Gewicht des Körpers weist uns darauf hin, daß die Fliegen aus der Gattung Achias und Diopsis gute Flieger sind. Bei Diopsis, welche ich selbst auf Waldlichtungen in Ceylon beobachten konnte, habe ich gesehen, daß es sich sogar um schwebende Formen handelt. Trotz der schmalen Flügel können also diese Dipteren in schönen Bögen schwebend die Luft durchziehen, ohne auf einen Schwirrflug angewiesen zu sein, wie ihn z. B. die Schwebfliegen (Syrphidae) ausführen. Je mehr ein Tier Schwebform ist, um so mehr sehen wir solche Balanceorgane über die Kontur des Tieres herausragen, je mehr es ein Schnellflieger ist, um so glatter ist sein Umriß. Die eigentümlichen Formen der Fühler mancher Insekten, die Fortsätze an Kopf und Brust von Käfern, die Körperverbreiterungen der flügellosen Larven von Mantiden (z. B. Hymenopus), die schwanzförmigen Fortsätze an den Flügeln der Papilio-Arten stehen sicher vielfach in Beziehung zur Form des Fluges, zur Art der Gleichgewichtshaltung und vor allem zur Erzielung des Schwebefluges.

Vielfach mag auch für die eigentümlichen Schwanz- und Flügelformen der Vögel eine

Digitized by Google

Fig. 1. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Mâle. Grandeur naturelle. — Fig. 2. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Femelle. Grandeur naturelle. — Fig. 3. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Mâle. Grandeur naturelle. — Fig. 4. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Femelle. Grandeur naturelle. — Fig. 5. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Mâle. Grandeur naturelle. — Fig. 6. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Femelle. Grandeur naturelle. — Fig. 7. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Mâle. Grandeur naturelle. — Fig. 8. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Femelle. Grandeur naturelle. — Fig. 9. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Mâle. Grandeur naturelle. — Fig. 10. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Femelle. Grandeur naturelle. — Fig. 11. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Mâle. Grandeur naturelle. — Fig. 12. Ornithoptera Victoriæ, Gray. Femelle. Grandeur naturelle.

Abbildung 1. Ein Krokodil (*Crocodylus niloticus*) mit Beute. Die Krokodile sind die größten Reptilien der Gegenwart. Sie leben in den Flüssen und Sümpfen der warmen Länder und ernähren sich von Fischen, Vögeln und Säugetieren, die sie mit ihrem kräftigen Gebiß packen und unter Wasser ertränken. Ihre Haut ist mit starken Hornschuppen und Knochenplatten gepanzert. Die Augen, Nasenlöcher und Ohren liegen hoch auf dem Kopf, so daß sie beim Schwimmen fast ganz unter Wasser bleiben können. Die Krokodile sind lebendgebärend. Die Weibchen graben ihre Eier in den Sand und bewachen sie, bis die Jungen ausschlüpfen.

Die Reptilien sind wechselwarme Tiere, d. h. ihre Körpertemperatur ist nicht konstant, sondern paßt sich der Temperatur der Umgebung an. Sie sind deshalb in kalten Gegenden nur während der warmen Jahreszeit aktiv. Ihre Haut ist trocken und mit Hornschuppen oder Knochenplatten bedeckt. Sie atmen durch Lungen. Ihre Gliedmaßen sind meist kurz und seitlich angesetzt, so daß der Körper beim Laufen fast auf dem Boden schleift. Viele Reptilien haben keine Gliedmaßen. Sie sind lebendgebärend oder legen Eier, die mit einer pergamentartigen Schale umgeben sind.

Die Reptilien sind die ersten Landwirbeltiere, die sich vollständig vom Wasser unabhängig gemacht haben. Sie sind im Karbon aus den Amphibien entstanden. Ihre Blütezeit hatten sie im Mesozoikum, wo sie die Landtiere, die Meere und die Luft beherrschten. Heute sind sie nur noch in wenigen Gruppen vertreten.

© Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 1999

zahllosen baumbewohnenden Amphibien und Reptilien, also für die Baumfrösche, die Geckonen und anderen Baumeidechsen sowie die Baumschlangen. Allgemein bekannt sind diese Anpassungen bei den baumbewohnenden Säugetieren, den Affen, Halbaffen, Nasenbären, Waschbären, Baumbeutlern. Sie alle sind mit besonderen Greifeinrichtungen an ihren Extremitäten oder mit Wickelschwänzen ausgestattet. Vielfach sind sie zu großen Sprüngen befähigt, wobei der Schwanz oder gar Flughäute ihnen wichtige Dienste leisten. Affen und Eichhörnchen, Baumbeutler und Halbaffen können sich infolge der Anpassung an das Baumleben in der überraschendsten Weise gleichen; ich erinnere nur an die merkwürdigen Übereinstimmungen zwischen Eichhörnchen, Beutelhörnchen (Abb. 678) und dem sogenannten Flughalbaffen (Galeopithecus).

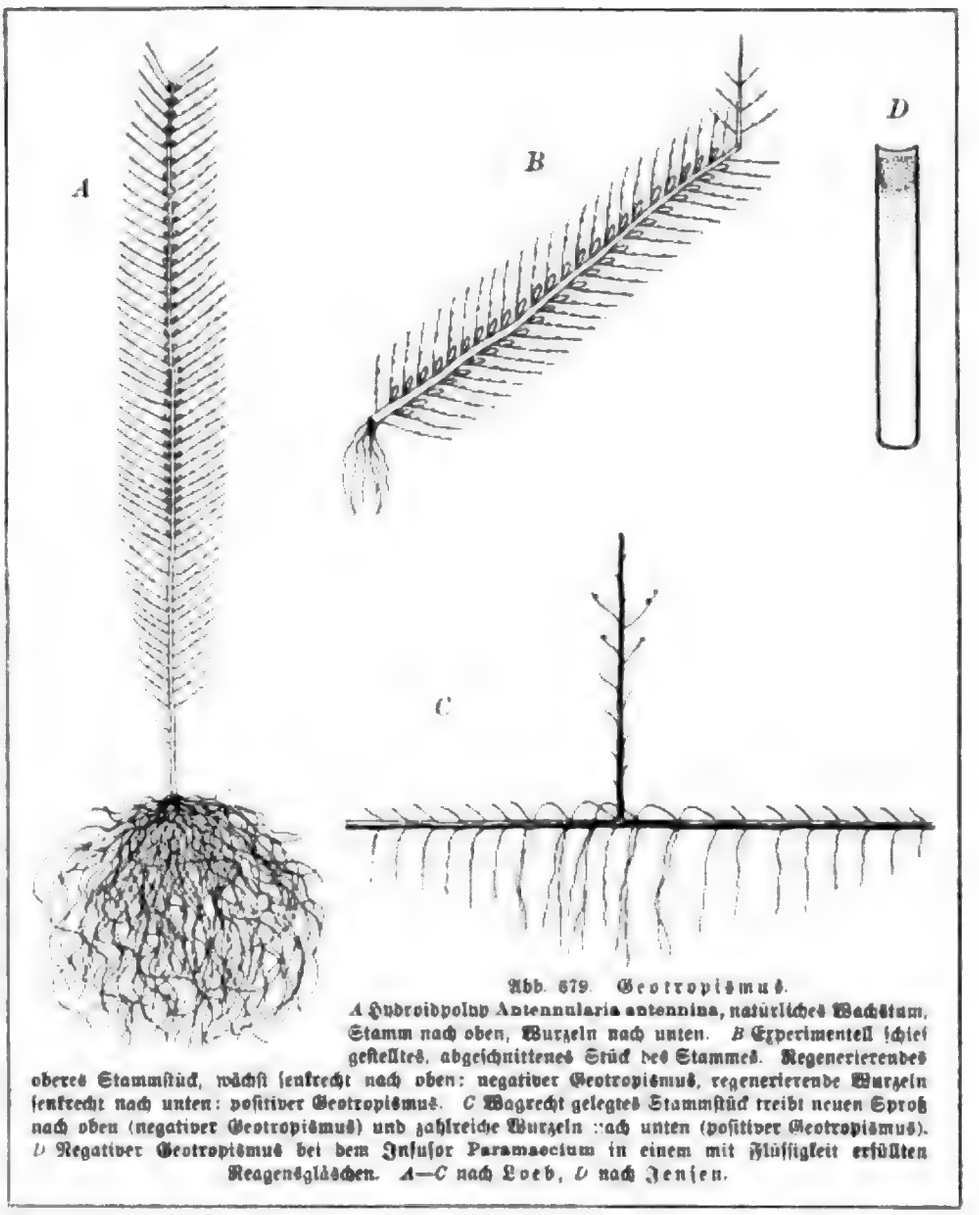


Abb. 679. Geotropismus.
A Hydroidpolyp Antennularia antennina, natürliches Wachstum, Stamm nach oben, Wurzeln nach unten. *B* Experimentell schief gestelltes, abgeschnittenes Stück des Stammes. Regenerierendes oberes Stammstück, wächst senkrecht nach oben: negativer Geotropismus, regenerierende Wurzeln senkrecht nach unten: positiver Geotropismus. *C* Wagrecht gelegtes Stammstück treibt neuen Sproß nach oben (negativer Geotropismus) und zahlreiche Wurzeln nach unten (positiver Geotropismus). *D* Negativer Geotropismus bei dem Infusor Paramaecium in einem mit Flüssigkeit erfüllten Reagensgläschen. *A—C* nach Loeb, *D* nach Jensen.

Die Einstellung zur Richtung der Schwerkraft wird bei den Tieren wie bei den Pflanzen durch eine besondere Form der Reizbarkeit vermittelt. Wir verstehen unter Geotropismus die Fähigkeit vieler Organismen, eine bestimmte Reaktion auf die Einwirkung der Schwerkraft zu zeigen. Sie erfolgt sowohl ohne Vermittlung eines besonderen Sinnesorganes als auch mit Hilfe von Statocysten (vgl. Bd. I S. 619). Die Einstellung ist eine zwangsmäßige und ähnelt sehr jenen Erscheinungen im Pflanzenreich, welche bewirken, daß eine Sproßachse sich aufwärts, eine Wurzelspitze sich abwärts krümmt, wenn sie aus ihrer natürlichen Wachstumsrichtung verlagert werden.

Wir unterscheiden positiven und negativen Geotropismus bei festgewachsenen oder festsitzenden Tieren, je nachdem sie sich entgegen der Schwerkraftsrichtung aufrichten oder

Digitized by Google

sich ihr entsprechend dem Mittelpunkt der Erde zuwenden. Geotropismus wurde zuerst von Loeb bei Antennularia antennina beschrieben; bei diesem Hydroidpolypen, der normalerweise stets senkrecht in die Höhe wächst, während seine Wurzelausläufer senkrecht nach unten wachsen, stellen sich nach einer Verlagerung des ganzen Stockes die neu zuwachsenden Teile vollkommen in die Richtung der Schwerkraft ein (vgl. Abb. 679 A, B und C). Echter Geotropismus ist auf ungleichmäßiges Wachstum zurückzuführen, indem die eine Seite des betreffenden Organismus stärker wachsend eine Krümmung verursacht. Wir finden ihn hauptsächlich bei festsitzenden Hydroidpolypen, Spongien, Korallen. Ihm sehr ähnlich ist die durch einseitige Kontraktion der Längsmuskeln des Hautmuskelschlauches verursachte geotropische Einstellung vieler röhrenbewohnender Würmer. Ganz ähnliche durch die Schwerkraft bewirkte Bewegungen finden sich bei Aktinien, Seesternen (Asterina gibbosa) und Holothurien (Cucumaria), also träg beweglichen Tieren; sie haben die Tendenz, an die Oberfläche des Wassers zu kriechen.

Als Geotaxis unterscheidet man unnötigerweise mit einem besonderen Namen die prinzipiell ähnliche Einstellung freibeweglicher Tiere zur Richtung der Schwerkraft. Wir haben sie vorhin als eine typische Eigenschaft der Planktontiere kennen gelernt. Am auffallendsten zeigt sie sich bei Tieren, welche, wie gewisse Infusorien, durch die Einwirkung der Schwerkraft negativ in der Art beeinflußt werden, daß sie immer wieder durch Schwimmbewegungen an die Oberfläche ihres Wohngewässers steigen.

Bei dem Infusor Paramaecium kann man dies leicht durch Versuche mit dem Zentrifugalapparat beweisen; während der Einwirkung der Zentrifugalkraft sammeln sich auch hier die Tiere am oberen Ende des Gefäßes an, während die Wirkung ihrer Schwere sie an dessen Boden zwingen sollte. Während hier eine reine Schwerkraftswirkung vorliegt, scheint die Orientierung zur Senkrechten bei den höheren Tieren auf eine kombinierte Wirkung der Schwerkrafts- und der Lichtsinnesorgane zurückzuführen zu sein. Zerstörung der Statocysten braucht, wenn die Augen intakt sind, Orientierung und Gleichgewichtshaltung des Tieres nicht absolut zu verhindern, was aber der Fall ist, wenn zu gleicher Seite die Organe beider Sinne eliminiert werden.

Mechanische Kräfte bedingen auch die Erscheinungen des Thigmotropismus und der Thigmotaxis (auch Stereotropismus genannt). Die unteren Enden von festgewachsenen Tieren, z. B. das Wurzelgeflecht von Hydroidpolypen, von Schwämmen usw. schmiegt sich der Unterlage an, an der das Tier auf diese Weise festwächst. Auch bei freibeweglichen Tieren kann der Berührungsreiz eine weitgehende Wirkung üben, indem er die betreffenden Individuen an eine Unterlage bannt (z. B. Infusorien). Die Tiere sind dann so lange an den berührten Gegenstand gefesselt, bis ein stärkerer Reiz sie befreit und zu Bewegungen zwingt, die sie von jenem entfernen. Dieser Zwang, den Körper in Berührung mit festen Körpern zu bringen, ist von großer Wichtigkeit bei vielen festgewachsenen Tieren (z. B. Polypen), bei Würmern und lichtscheuen Insekten, welche er veranlaßt, sich in Ritzen und Löcher zu verkriechen (Ameisenköniginnen, Regenwürmer, Nereis usw.). Negativer Stereotropismus ist bei Planktontieren verbreitet, z. B. Kopepoden, vielen Larven; er bewirkt, daß sie den für sie verderblichen Kontakt mit festen Gegenständen vermeiden.

Digitized by Google

12. Kapitel.

Sonstige Einflüsse des Mediums.

1. Bewegtes und unbewegtes Medium.

Wasser und Luft müssen auf die Organismen einen ganz verschiedenen Einfluß ausüben, je nachdem ob sie diese in unbewegtem Zustand umgeben oder sich mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit an ihnen vorbei bewegen. Dieser Einfluß äußert sich besonders auffällig bei den Wassertieren, und zwar in höherem Grade bei den festgewachsenen Formen als bei den freibeweglichen. In der Tiefe des Meeres und der großen Binnenseen führt die Wassermasse nur ganz geringe Bewegungen aus. Es findet zwar auch da ein beständiger Austausch von Stoffen statt, kaltes Wasser sinkt in die Tiefe, warmes steigt auf, Salze und sonstige gelöste Substanzen werden von einer Schicht an die andere abgegeben; aber die hierbei entstehenden Wasserbewegungen sind minimal und üben keine mechanische Wirkung auf die Tierkörper aus. Die Tiere des tiefen Wassers sind Stillwassertiere; der Umstand, daß sie in unbewegtem Wasser leben, beeinflußt ihr äußeres Aussehen mehr als irgend etwas anderes. Die typischen Tiefseetiere können nur in der Tiefsee gedeihen; wenn sie in seichtere Gewässer aufsteigen, so können sie in denselben nur dann dauernd existieren, wenn durch besondere Umstände lokaler Art Wasserbewegung verhindert ist. Es gibt kaum zartere Gebilde als die Schwämme der Tiefsee, die Glasschwämme oder Hexaktinelliden, deren wie aus Glasfäden gesponnenes Skelett uns an Kunstwerke von Menschenhand gemahnt (Abb. 681 u. Taf. XIV). Die wenigen Korallenarten, welche in die Tiefsee hinabsteigen, haben ein viel zarteres Kalkskelett als ihre an der Oberfläche lebenden Verwandten. Außerordentlich zerbrechlich pflegen die Panzer von tiefseebewohnenden Echinodermen, so besonders von Seeigeln zu sein (z. B. von Pourtalesia Abb. 680). Die Krebstiere, welche am Boden des Ozeans hausen, könnten unmöglich in den brandung- und wellenbewegten Schichten der Oberfläche existieren. Ihre langen Beine, ihr ganzer feiner Bau würden sie der Gefahr aussetzen, von jeder Welle zerrissen zu werden. Ja selbst sehr große Formen, wie z. B. die japanische Riesenkrabbe (Kaempfferia kaempfferi d. H., vgl. Abb. 74 S 126), können nur im Stillwasser leben, da jede Wellenbewegung sie umwirft, wovon ich mich selbst an einem Exemplar überzeugen konnte, welches wir in der Tiefe des japanischen Meeres gefischt hatten und tagelang, an einer langen Schnur angebunden, im seichten Wasser beobachteten. Selbst die Fische der Tiefsee sind vielfach durch ein sehr reduziertes Skelett ausgezeichnet; ihre Knochen gleichen oft papierdünnen Blättchen. Das Skelett eines großen Tiefseefisches von 5—10 kg Gewicht wiegt oft nur wenige Gramm. Man kann wohl die hier erwähnten Eigentümlichkeiten der Tiefseetiere zum großen Teil in ihrer Entstehung auf andere Einflüsse als die Unbewegtheit des Wassers zurückführen Der auf den Kalk lösend wirkende Kohlensäure-

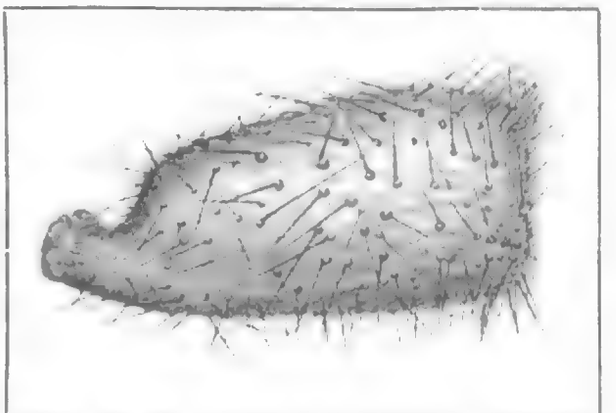


Abb 680 Pourtalesia laguncula Ag
Nat Länge ca 3 cm Aus Doflein, Ostasienfahrt

Live MT

Schädel eines Alligator mississippiensis (Daud.) (Fig.)

BIODIVERSITY HERITAGE LIBRARY

Zoological Museum, Berlin

Abb. 1: Gemeine Fichte (*Picea abies*) mit Zapfen

Bäume. Es ist empfehlenswert, auch gemischte Bestände anzulegen, z. B. Fichte und Buche. Wenn diese Bäume in Reihen gepflanzt werden, sollte der Abstand zwischen den Reihen 2 m betragen, der Abstand zwischen den Bäumen in einer Reihe 1 m.

Die Bäume müssen regelmäßig gepflegt werden. Dazu gehören das Entfernen von Unkraut, das Gießen bei Trockenheit und das Beschneiden. Beim Beschneiden werden kranke oder abgestorbene Äste entfernt. Dadurch wachsen die Bäume gerade und gesund.

Nach etwa 80 bis 120 Jahren sind die Bäume groß genug, um gefällt zu werden. Dann können sie als Bauholz oder zur Herstellung von Papier verwendet werden. Nach der Ernte müssen neue Bäume gepflanzt werden, damit der Wald erhalten bleibt.

Skeleton of Ornithorhynchus paradoxus. Male.

Digitized by Google

Digitized by Google

Schluß von 1616. Ein Schalk, der Baumeister Jörg Kölderer aus Augsburg, hat den Bau geleitet, der von Meisinger Profis, Franzosen, Niederländern, Italienern, Augsburgern und Ulmern ausgeführt wurde. Er ist ein Kompromiß zwischen Renaissance und Gotik, wie es in vielen Kirchen Deutschlands vorkommt. Kölderer hat sich in Ulm ein Denkmal gesetzt, das Münster war Meister, wie Meister, wie gesagt, seine Kunst zu verwerten wußte. Die Kölderer-Kirche ist ein Bau, der in seiner Art Bewunderung verdient, aber nicht in unsere Zeit paßt. Wir haben andere Ideale, andere Bedürfnisse, andere Mittel, andere Kräfte, andere Ziele. Wir sind keine Gotiker mehr, wir sind keine Renaissancemenschen mehr, wir sind keine Barockmenschen mehr, wir sind Menschen unserer Zeit, und wir müssen unsere Zeit in unserer Weise ausdrücken. Wir können nicht mehr Kirchen bauen, wie sie Kölderer gebaut hat, wir können nicht mehr Kirchen bauen, wie sie Ulm

Fig. 1. Ventralansicht des Kopfes von *Ceratocombus coleoptratus* (Zett.) ♀. Fig. 2. Ventralansicht des Kopfes von *Ceratocombus vagans* Reuter ♀.

Kopf (Fig. 1) ventral mit 2 Paar Borsten, die Hinterecken des Kopfes mit einem Paar Borsten. Fühler (Fig. 3) 4gliedrig, Glied 1 mit 2 Borsten, Glied 2 mit 3 Borsten, Glied 3 mit 2 Borsten, Glied 4 mit 3 Borsten. Rostrum (Fig. 4) 3gliedrig, Glied 1 mit 2 Borsten, Glied 2 mit 3 Borsten, Glied 3 mit 3 Borsten. Pronotum (Fig. 5) mit 2 Paar Borsten, Mesonotum (Fig. 6) mit 2 Paar Borsten, Metanotum (Fig. 7) mit 2 Paar Borsten. Vorderbein (Fig. 8) mit 1 Borste an Coxa, 1 Borste an Trochanter, 1 Borste an Femur, 2 Borsten an Tibia, 1 Borste an Tarsus. Mittelbein (Fig. 9) mit 1 Borste an Coxa, 1 Borste an Trochanter, 1 Borste an Femur, 2 Borsten an Tibia, 1 Borste an Tarsus. Hinterbein (Fig. 10) mit 1 Borste an Coxa, 1 Borste an Trochanter, 1 Borste an Femur, 2 Borsten an Tibia, 1 Borste an Tarsus. Abdomen (Fig. 11) mit 2 Paar Borsten. Genitalsegment (Fig. 12) mit 2 Paar Borsten. Die Borsten sind sehr kurz und fein. Die Tarsen sind 2gliedrig, Glied 1 ist sehr kurz, Glied 2 ist lang und trägt 2 Klauen. Die Klauen sind lang und fein. Die Haftlappen sind sehr groß. Die Haftborsten sind sehr lang und fein. Die Haftborsten sind sehr zahlreich. Die Haftborsten sind sehr dicht. Die Haftborsten sind sehr fein. Die Haftborsten sind sehr lang

Fig. 1. Sketch of Fort Ticonderoga and the Lake George Narrows, 1758. Fort Ticonderoga is at the bottom of the sketch, with the Lake George Narrows above it. The Lake George Narrows are the narrow passage between the lake and the mountains. The Lake George Narrows are the only place where the lake is not surrounded by mountains. Fort Ticonderoga is at the southern end of the Lake George Narrows. Fort Carillon (Fort Ticonderoga)

Abb. 686. Puppe von Prosimulium ornatum. Nach Meinert aus Brumpt.

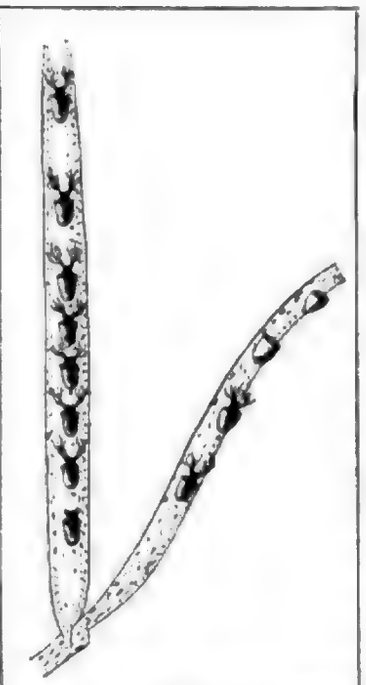


Abb. 687. Puppen von Prosimulium columbaczense, der Kolumbaczer Mücke, an einer Wasserpflanze angeheftet. (Rheophile Tiere) Nach Horwath.

ihnen allen, welche man als rheophile Tiere bezeichnet, bemerkt man deutlich den Einfluß des starken einseitigen Druckes, den das fließende Wasser auf sie ausübt. Die Fische, welche in den Bergbächen vorkommen, gehören zu den muskelkräftigsten, besten Schwimmern; aber trotz aller Kraft können sich Forellen, Kroppe (Cottus gobio) und Schmerle (Nematochilus barbatula) nur für kurze Momente der Strömung erfolgreich entgegenstemmen. Sie müssen sich immer wieder an ihre Standplätze, hinter Felsen, Uferwänden und Baumwurzeln oder zwischen Steinen zurückziehen. Auch die niedere Tierwelt muß sich unter und zwischen Steinen Schlupfwinkel suchen, wo z. B. Larven von Eintagsfliegen, Perliden und Helmiden sich finden. Wie wir das früher von Brandungstieren gehört haben, so können auch manche rheophile Arten an den Steinen angesaugt der Gewalt der Strömung widerstehen. So heften sich die Larven der zu den Fliegen gehörigen Blepharoceriden (z. B. von Liponeura) mit Saugnäpfen an die Felsen an; die Schnecke Ancylus fluviatilis saugt sich in ähnlicher Weise mit ihrem Fuß fest. Entsprechend verfahren auch einige Fische exotischer Bergbäche; z. B. Pseudecheneis, ein kleiner Wels des Himalaya, und Gastromyzon, ein Cyprinide aus Nordborneo, können sich mit der Bauchfläche zwischen den paarigen Flossen in ähnlicher Weise ansaugen, wie wir das vorhin von den marinen Gobiiden erfuhren. Viele Larven von Insekten, so z. B. unter den Fliegen diejenigen der Simulien und mancher Chironomiden, vor allem aber viele Köcherfliegen kleben ihre Gehäuse an die Steine an oder spinnen sie direkt fest (Abb. 686 u. 687). Es ist auffällig, wie manchmal Hunderte von Individuen nebeneinander sitzen, deren Gehäuse, durch die Richtung der Strömung beeinflußt, alle parallel stehen und die Mündung dem Strom entgegenkehren (Abb. 689). Bei manchen Formen sind die Gehäuse durch Steine beschwert, um leichter in der Strömung sich halten zu können.

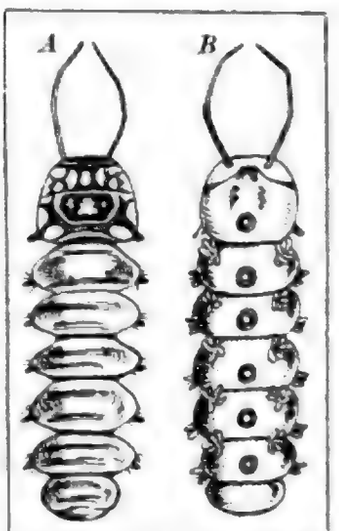


Abb. 688. Larve einer Blepharoceride (Liponeura brevirostris). *A* vom Rücken, *B* von der Bauchseite mit den Saugnäpfen. Vergr. ca. 15mal. Nach Simroth.

Die Einstellung zur Strömung geschieht bei manchen Tieren automatisch, durch einen ähnlichen Vorgang, wie wir ihn z. B. am Ende des vorigen Kapitels als Geotropismus kennen lernten. Schon lange weiß man, daß z. B. die Plasmodien der Schleimpilze (Myxomyceten) sich in einer strömenden Flüssigkeit stets in die Strömungsrichtung einstellen und sich ihr entgegen bewegen. Man bezeichnet diese merkwürdige Erscheinung als Rheotropismus. Am besten ist sie bei Tieren bei den Süßwasserplana-

Digitized by Google

Fig. 3.3 Pleistocene to Holocene sediments in the Gulf of Mexico. Seismic reflection profile showing Pleistocene to Holocene sediments in the Gulf of Mexico. Note the numerous faults that cut the sediments. Vertical scale is in seconds of two-way travel time. Courtesy of Exxon Production Research Company.

Pleistocene to Holocene sediments in the Gulf of Mexico. Seismic reflection profile showing Pleistocene to Holocene sediments in the Gulf of Mexico. Note the numerous faults that cut the sediments. Vertical scale is in seconds of two-way travel time. Courtesy of Exxon Production Research Company.

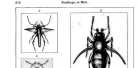


Fig. 1. Männchen von Phryganea grandis. Fig. 2. Weibchen von Phryganea grandis. Fig. 3. Männchen von Ephemera vulgata. Fig. 4. Weibchen von Ephemera vulgata. Fig. 5. Männchen von Ephemera Diana. Fig. 6. Weibchen von Ephemera Diana.

Sie leben nur selten in Gesellschaft, und Beispiele einer solchen eigenthümlichen Geselligkeit sind uns selten bekannt geworden. Ein solches Beispiel kennen wir von Ameisenhaufen. Ausschließlich sind die Versammlungen dieser Insekten. Jeder Stock hat Mitglieder in verschiedenen Größen, von den kleinsten Arbeitern bis zu den größten Männchen und Weibchen. Jeder Stock hat seine Eigenthümlichkeiten, seine Gewohnheiten, seine Sitten und Gebräuche, seine Feinde und Freunde. Jeder Stock hat seine Wohnung, seine Vorräthe, seine Kinder, seine Pflege, seine Wartung, seine Ernährung, seine Sorgen, seine Freuden, seine Arbeiten, seine Ruhe, seine Erholung, seine Spiele, seine Kämpfe, seine Siege, seine Niederlagen, seine Gefangenen, seine Sklaven, seine Leichen, seine Todten, seine Erbschaften, seine Nachkommenschaft, seine Fortpflanzung, seine Vermehrung, seine Verminderung, seine Vernichtung. Ein Ameisenhaufen ist ein Staat, ein Volk, ein Reich, eine Republik, eine Monarchie, eine Tyrannei, eine Sklaverei, eine Freiheit, eine Gesellschaft, eine Familie, ein Leben, ein Tod, eine Geburt, eine Auferstehung, eine Unsterblichkeit, eine Ewigkeit, eine Zeit, eine Welt, ein Himmel, eine Hölle, ein Fegefeuer, ein Paradies, ein Gott, ein Teufel, ein Engel, ein Heiliger, ein Verdammter, ein Seliger, ein Unseliger, ein Mensch, ein Thier, eine Pflanze, ein Stein, ein Erdball, ein Weltall, ein Nichts, ein Alles, ein Ich, ein Du, ein Er, ein Sie, ein Es, ein Wir, ein Ihr, ein Sie, ein Alle, ein Keiner, ein Einer, ein Zweier, ein Dreier, ein Vierer, ein Fünfer, ein Sechser, ein Siebener, ein Achter, ein Neuner, ein Zehner, ein Elfer, ein Zwölfer, ein Dutzend, ein Hundert, ein Tausend, ein Million, ein Billion, ein Billiarde, ein Trillion, ein Trillarde, ein Quadrillion, ein Quadrillarde, ein Quintillion, ein Quintillarde, ein Sextillion, ein Sextillarde, ein Septillion, ein Septillarde, ein Octillion, ein Octillarde, ein Nonillion, ein Nonillarde, ein Decillion, ein Decillarde, ein Undecillion, ein Undecillarde, ein Duodecillion, ein Duodecillarde, ein Tredecillion, ein Tredecillarde, ein Quattuordecillion, ein Quattuordecillarde, ein Quindecillion, ein Quindecillarde, ein Sexdecillion, ein Sexdecillarde, ein Septendecillion, ein Septendecillarde, ein Octodecillion, ein Octodecillarde, ein Novemdecillion, ein Novemdecillarde, ein Vigintillion, ein Vigintillarde, ein Centillion, ein Centillarde, ein Millillion, ein Millillarde, ein Millionmillillion, ein Millionmillillarde, ein Millionmillionmillillion, ein Millionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillion, ein Millionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillionmillillarde, ein Millionmillillion, ein Millionmillillarde, ein Millionmillillion, ein Millionmillillarde, ein Millionmillillion, ein Millionmill

des Aussterbens ausgesetzt sein, wenn bei jedem Flug der Sturm sie auf das verderbenbringende Meer verschleppen könnte. So sehen wir denn Insekten aus den verschiedensten Gruppen auf ozeanischen Inseln dadurch gesichert, daß sie ihrer Flügel und damit des Flugvermögens verlustig gegangen sind. Besonders auffallend ist der Reichtum an solchen flugunfähigen Insekten auf den antarktischen Inseln, welche im stürmereichen Gebiet der Westwindtrift liegen. Auf den Kerguelen z. B. gibt es flügellose oder doch flugunfähige Schmetterlinge, Käfer, Fliegen usw. Man vermutet wohl mit Recht, daß dieselben aus geflügelten Vorfahren hervorgegangen sind, die im Lauf der Zeit ihre Flügel teilweise oder ganz einbüßten. Auf dem umgekehrten Wege, auf welchem die guten Flieger entstehen, entstand hier die ungeflügelte Form. Während sonst immer der bessere Flieger im Kampf ums Dasein einen Vorteil besitzt, war hier der merkwürdige Fall gegeben, daß einem Tier ein Manko, eine unvollkommenere Eigenschaft, das Übergewicht über seine Mitbewerber im Kampf ums Dasein verschaffte.

Eine dem Rheotropismus analoge Erscheinung bei luftbewohnenden Tieren hat man als Anemotropismus bezeichnet. Es ist dies eine Einstellung von Tieren gegen den Wind. Wheeler hat eine solche bei schwebenden Fliegen, wie Syrphiden, Bibioniden und Anthomyiden beobachtet. Auch bei Schmetterlingen besonders am Meeresstrand ist sie leicht festzustellen. Die Auslösung dieser Reizbewegung und ihre Zurückführung auf Reizung bestimmter Sinnesorgane ist ebensowenig genauer erforscht wie beim Rheotropismus.

2. Einfluß des Volumens des umgebenden Mediums.

Immer wieder haben einzelne Forscher darauf hingewiesen, daß im größeren Raum bei sonst gleichen Bedingungen die Individuen einer Tierart größere Dimensionen erreichen als im kleineren. Man kann sich wohl vorstellen, daß in großen Flüssen und Seen die Ernährung oder die größere Möglichkeit, lange Zeit den Nachstellungen von Feinden zu entgehen, das Vorkommen von Riesen unter den Welsen und Salmoniden bedingt. Daß die großen Ströme der Tropen Riesenformen beherbergen, so der Amazonas seinen Arapaima gigas, mag wohl eher auf die für außergewöhnliche Entwicklung günstigen allgemeinen Verhältnisse der Tropen zurückzuführen sein. Daß die Wale, die größten gegenwärtig lebenden Tiere, den freien Ozean bewohnen, hängt sicher damit zusammen, daß nur dieser den Riesentieren die Möglichkeit bietet, auf ihren weiten Wanderungen genug Nahrung zu erbeuten.

Nun liegen aber eine Reihe von Beobachtungen vor, welche es nicht erlauben, die Größenverschiedenheiten von Tieren in Gebieten von verschiedener Größe ausschließlich auf die Ernährungsverhältnisse zurückzuführen. Ich will nur einige derartige Angaben aus der neueren Literatur anführen. So gibt Schmeil in seiner Monographie der Kopepoden an, daß die Größe der Individuen bei den von ihm studierten Diaptomus-Arten jeweils der Größe der Wohngewässer proportional sei. Dagegen seien die Eierballen in größeren Gewässern kleiner, in kleineren größer. Ähnliche Angaben liegen für Planktontiere der Süßwasserseen in größerer Anzahl vor. Dagegen gibt neuerdings List an, daß er bei seinen genauen Messungen von Ceratium hirundinella O. F. M. von verschiedenen Fundorten keine Abhängigkeit der Größe von Umfang und Tiefe der Teiche feststellen konnte.

Der erste, welcher diese Frage experimentell zu prüfen suchte, war Semper; er züchtete Asellus aquaticus und dann unter allen Vorsichtsmaßregeln Limnaea stagnalis in verschieden großen Wassermengen. Es ergab sich, daß im kleinen Wasservolumen Zwergformen gebildet werden, auch wenn mit aller Vorsicht für sonst vollkommen identische Verhältnisse

Digitized by Google

in bezug auf Temperatur, Gehalt an Salzen und Gasen, Nahrung usw. gesorgt wird. Auch R. Hertwig erhielt bei seinen zu anderen Zwecken unternommenen umfangreichen Kulturen von Froschlarven ähnliche Resultate. Sie wurden von Babák an Kaulquappen und Hoffbauer an Karpfen vollkommen bestätigt. Ob wir das Zurückbleiben im Wachstum bei kleinerem Wasservolumen, wie Semper glaubte, auf den Einfluß eines im Wasser in minimaler Quantität vorhandenen als Wachstumsreiz wirkenden Stoffes zurückführen sollen, oder ob man eher an wachstumshemmende Bestandteile, eventuell Exkretstoffe, denken muß, ist auf Grund der bisher vorliegenden Beobachtungen nicht zu entscheiden.

In diesem Zusammenhang ist auch die Tatsache hervorzuheben, daß manche Tiere des Süßwassers nur in großen stehenden Gewässern, andere nur in kleinen Teichen und Tümpeln sowie in Sümpfen vorkommen. So findet man z. B. die sogenannten eupelagischen Süßwassertiere, wie Diaptomus, ferner die großen Cladoceren Holopedium, die Rotatorien Anuraea, Notholca usw. nach Zschokke niemals in kleinen Tümpeln, während umgekehrt viele Phyllopoden, so Apus, Branchipus, vor allem Chirocephalus nur in periodisch austrocknenden Gewässern vorkommen.

Scheinbar auf einer ganz andern Grundlage beruht eine Gruppe von Erscheinungen die auf den ersten Blick mit den eben geschilderten eng zusammenzuhängen scheint. Bei Lufttieren, speziell bei Säugetieren konnte man feststellen, daß sie auf Inseln in Lokalformen auftreten, welche gegenüber der Stammform als Zwergformen zu bezeichnen sind. Solche Zwergformen sind aber durchaus nicht auf Inseln beschränkt. Sie kommen auch sonstwo, z. B. auf den größten Kontinenten, vor. Wenn wir also z. B. auf Korsika und Sardinien, eine besonders kleine Hirschform, in Madagaskar ein sehr kleines Flußpferd, in den fossilen Resten auf Malta und Sizilien Zwergelefanten finden, so liegt dies wohl daran, daß auf Inseln die kleinen Rassen, die auch sonstwo vorkommen, die größere Chance hatten, sich zu erhalten, während die anspruchsvolleren großen Formen der Gefahr des Aussterbens in höherem Maße ausgesetzt waren.

3. Der Druck im Medium.

Je nach der Region, welche ein Tier bewohnt, lastet auf ihm ein verschiedenes Gewicht der über ihm lagernden Masse seines Mediums. Der dadurch ausgeübte Druck führt naturgemäß im gasförmigen Medium zu anderen Wirkungen als im flüssigen Medium. Die Mehrzahl der Bodentiere ist wie der Mensch an den Druck von einer Atmosphäre (gleich 760 mm Quecksilber) angepaßt. Es ist bekannt, daß der Mensch, wenn er auf hohe Berge steigt oder wenn er in einem Ballon Luftfahrten unternimmt, infolge der Abnahme des Druckes höhen- oder bergkrank wird. Dieselben Einflüsse, welche sich in dieser Weise beim Menschen bemerkbar machen, wirken auch auf andere Säugetiere. Mäuse und Ratten, welche man aus der Ebene auf hohe Berge oder auf Ballonfahrten mitnimmt, zeigen ganz ähnliche Symptome wie der bergkranke Mensch. Der verringerte Druck wirkt vor allem auf die Blutgase ein, welche nicht in genügender Quantität im Organismus bleiben, und der letztere leidet infolgedessen an Atemnot. Der Sauerstoffverbrauch ist erheblich gesteigert und der Stoffwechsel insofern verändert, als Eiweißverbindungen und andere stickstoffhaltige Substanzen in nicht vollkommen verarbeitetem Zustand ausgeschieden werden. Die roten Blutkörperchen erfahren im peripheren Blut eine sehr beträchtliche Vermehrung der Zahl nach, aber eine Verkleinerung der Oberfläche. Hochgebirgstiere sind an den geringeren Druck angepaßt und empfinden keinerlei Unbehagen in ihrem hochgelegenen Revier, z. B. Steinböcke, Wölfe, Hasen, die noch bei 5500—5800 m vorkommen. Hochgebirgsvögel, besonders große Raub-

Digitized by Google

vögel, erheben ſich oft noch zu bedeutenden Höhen über den Kamm des Gebirges, das ſie bewohnen. Die Schätzungen Humboldts, welcher Kondore über den Anden in Höhen von mindeſtens 7 bis 8000 m ſchweben ſah, ſind ſicher nicht übertrieben. Dieſe Gebirgsformen ſind alſo an den geringeren Druck angepaßt und können ſich offenbar relativ leicht Schwankungen im Luftdruck anſchmiegen. Ebenſo wie der Menſch können auch alle in Betracht kommenden Tiere ſich in relativ kurzer Zeit an den geringeren Druck in der Höhe anpaſſen. Es ſtellen ſich dann umgekehrt bei der Rückkehr in tiefere Regionen ſtörende Symptome ein.

Im Waſſer hat der Einfluß des Druckes eine viel größere Bedeutung. Nach der Tiefe zu ſteigt der Druck nach je 10 m um eine Atmoſphäre; im Meere herrſcht alſo in 1000 m Tiefe bereits ein Druck von 100 Atmoſphären, in den größten Tiefen, in denen man Tiere nachgewieſen hat, alſo in Tiefen von 6—8000 m beträgt der Druck 600—800 Atmoſphären. Dieſe gewaltigen Zahlen machen uns unwillkürlich geneigt, ſchon bei Tieren, welche in relativ geringe Tiefen gehen, nach Anpaſſungen an die Wirkungen des Druckes zu ſuchen. Da aber nach den Geſetzen der Hydroſtatik der Druck im Waſſer gleichmäßig fortgeleitet wird, ſo iſt eine Wirkung des Druckes nur da zu erwarten, wo ein Potentialgefälle vorliegt, d. h. wo Gebiete verſchiedenen Druckes aneinanderſtoßen. Die Subſtanz der Waſſertiere iſt, wie wir früher gehört haben, außerordentlich waſſerhaltig; die ganzen Tiere mit ihrer ganzen Subſtanz ſtehen unter dem gleichen Druck, eine Ausgleichung geringer Druckdifferenzen kann ſich jederzeit ohne weiteres vollziehen. Nur wenn dies nicht möglich iſt, können für die Tiere gefährliche Situationen entſtehen. Das iſt der Fall, wenn im Tierkörper Gaſe enthalten ſind. Wir finden ſolche im Blut als Blutgaſe in gelöſtem Zuſtand, und ferner finden wir bei manchen Tieren im Körper luft- bzw. gashaltige Hohlräume. Dieſe erfahren keinerlei Veränderung, ſolange das Tier unter einem unveränderten Druck ſteht, wenn derſelbe noch ſo groß iſt. Die Gaſe ſind ganz langſam ausgeſchieden worden, ihr Volumen ſteht infolgedeſſen in einem normalen Verhältnis zu den ſie umſchließenden Organen des Tieres und zu dem auf deſſen Körper einwirkenden Druck.

Ein ſolches Organ, welches infolge ſeiner Gasfüllung das Tier von dem auf ihm laſtenden Druck außerordentlich abhängig macht, iſt die Schwimmblaſe der Fiſche. Wir haben früher ſchon gehört, daß dieſe nicht, wie man vielfach in Laienkreiſen annimmt, ein Organ iſt, mit welchem der Fiſch durch Vergrößerung oder Verringerung der Füllung wie ein Luftballon auf und abſteigen kann. Die Schwimmblaſe ermöglicht es vielmehr dem Fiſch, ſeine Dichte derjenigen des ihn umgebenden Waſſers jeweils gleich zu machen. Das bringt für den Fiſch den Vorteil, daß er ohne Aufwand von Muskelkraft ſich ſchwebend erhalten kann.

Ein Fiſch kann ſich alſo mit Hilfe ſeiner Schwimmblaſe geſteigertem und verringertem Druck anpaſſen. Ein einfaches Experiment nach Regnard, welches ich immer in meinen Vorleſungen vorführe, zeigt, in welcher Weiſe die verſchiedenen Fiſchformen ſich an die Druckſchwankungen anpaſſen. Wir unterſcheiden bekanntlich bei den Knochenfiſchen Phyſoſtomen und Phyſokliſten. Bei den erſteren führt ein offener Gang aus der Schwimmblaſe in den Vorderdarm; bei den letzteren iſt die Schwimmblaſe allſeitig feſt verſchloſſen. Außerdem gibt es noch Fiſche, welche überhaupt keine Schwimmblaſe beſitzen, ſo z. B. alle Haie, aber auch manche Knochenfiſche. Zu dem erwähnten Experiment ſetzt man nun in ein feſtverſchließbares Glas einen Karpfen (Cyprinus carpio L.) als Vertreter der Phyſoſtomen, einen Barſch (Perca fluviatilis L.) als Vertreter der Phyſokliſten und ſchließlich eine Kroppe (Cottus gobio L.), einen ſchwimmblaſenloſen Fiſch. Saugt man nun mit Hilfe einer Luftpumpe die über dem Waſſer lagernde Luft weg, ſo kommen die drei Fiſche unter einen verringerten Druck. Die Kroppe, welche keine Schwimmblaſe, alſo keinen mit Luft erfüllten Hohlraum

Digitized by Google

Schlüsselfragen, wie z. B. Fragen zu Ursachen, Auswirkungen und Lösungen, sowie Fragen zu Meinungen und Einstellungen. Die Fragen wurden in einer Reihenfolge gestellt, die es den Befragten ermöglichte, ihre Gedanken und Ideen frei zu äußern, während sie dennoch sicherstellte, dass alle relevanten Themen abgedeckt wurden. Die Interviews wurden aufgezeichnet und transkribiert, um eine genaue Analyse der Daten zu ermöglichen. Die Ergebnisse der Interviews wurden dann mit Hilfe von Kodierungstechniken und thematischer Analyse ausgewertet, um Muster und Trends in den Daten zu identifizieren. Diese Methode ermöglichte es uns, tiefe Einblicke in die Perspektiven und Erfahrungen der Befragten zu gewinnen und wertvolle Erkenntnisse für unsere Forschungsfragen zu gewinnen.

Die Interviews wurden mit einer Gruppe von Experten durchgeführt, die über umfangreiche Kenntnisse und Erfahrungen in dem untersuchten Bereich verfügen. Die Auswahl der Experten erfolgte durch eine gezielte Stichprobenziehung, um sicherzustellen, dass die Befragten über die notwendigen Qualifikationen und Erfahrungen verfügen, um unsere Forschungsfragen zu beantworten. Die Interviews wurden persönlich oder telefonisch durchgeführt und dauerten zwischen 30 und 60 Minuten. Während der Interviews wurden offene Fragen gestellt, die es den Befragten ermöglichten, ihre Gedanken und Ideen frei zu äußern. Die Fragen wurden in einer Reihenfolge gestellt, die es den Befragten ermöglichte, ihre Gedanken und Ideen frei zu äußern, während sie dennoch sicherstellte, dass alle relevanten Themen abgedeckt wurden. Die Interviews wurden aufgezeichnet und transkribiert, um eine genaue Analyse der Daten zu ermöglichen. Die Ergebnisse der Interviews wurden dann mit Hilfe von Kodierungstechniken und thematischer Analyse ausgewertet, um Muster und Trends in den Daten zu identifizieren. Diese Methode ermöglichte es uns, tiefe Einblicke in die Perspektiven und Erfahrungen der Befragten zu gewinnen und wertvolle Erkenntnisse für unsere Forschungsfragen zu gewinnen.

Unauthenticated | 141.14.134.27

ſie führen oft zu einer Verdrängung der Eingeweide durch den Mund (Abb. 691), Zerreißungen des Darms, der Schwimmblaſe ſelbſt, ſogar der Muskulatur. Auch die Blutgaſe ſcheinen unter der Minderung des Druckes ſich ſo ſehr auszudehnen, daß Gefäße und innere Organe Schädigungen erfahren. Auf ſolche ſcheint der Tod mancher Tiefſeetiere beim Fang zurückzuführen zu ſein.

4. Chemiſche Zuſammenſetzung des Mediums.

Bei den luftbewohnenden Tieren kennen wir keine Beſonderheiten, welche durch lokale Veränderungen in der umgebenden Atmoſphäre bedingt wären. Infolge der leichten Beweglichkeit der Gaſe erfolgt ſtets eine ſo raſche Wiederherſtellung der normalen Gasmiſchung, daß meiſt keine Einwirkung auf den tieriſchen Organismus möglich iſt. Und wenn eine ſolche ſtattfindet, iſt ſie eine verderbliche, todbringende; ſo etwa, wenn giftige Gaſe bei einem vulkaniſchen Ausbruch plötzlich in großen Mengen auf die Tiere eindringen.

Im Waſſer dagegen ſpielt deſſen Gehalt an löslichen Beimiſchungen, vor allem an Salzen, eine große Rolle für das Tierleben. So können wir zunächſt die Waſſertiere in zwei große Gruppen teilen, die Süßwaſſertiere und die Salzwaſſertiere, unter welch letzteren die Meerestiere die Hauptrolle ſpielen. Alle Tiere ſind auf einen gewiſſen Salzgehalt des Waſſers angewieſen; deſtilliertes, alſo künſtlich gewonnenes ſalzfreies Waſſer iſt für die meiſten Tiere giftig; Waſſertiere des Süßwaſſers wie des Meeres ſterben, wenn man ſie in deſtilliertes Waſſer bringt; es werden ihren Geweben durch Osmoſe zu viel Salze entzogen, Quellungserſcheinungen treten ein, und Abſterben iſt die Folge. Auch auf Landtiere wirkt deſtilliertes Waſſer als Gift, wenn es innerlich genommen wird.

Der Salzgehalt der Gewäſſer ſpielt im Leben mancher Tiere eine ganz ſpezielle Rolle. Nur die Salze, welche im Waſſer gelöſt vorhanden ſind, ſtehen allen Bewohnern desſelben zum Aufbau der ihren Körper zuſammenſetzenden Subſtanzen zur Verfügung. Teils direkt, teils mit der Nahrung nehmen ſie dieſe Salze in ihren Körper auf. Ähnlich wie es durch die Unterſuchungen der Botaniker für die Pflanzen ſchon längſt bekannt iſt, hat man bei den Tieren neuerdings experimentell nachgewieſen, daß die normale Entwicklung von dem Vorhandenſein gewiſſer Salze im umgebenden Medium abhängt.

Das Meerwaſſer enthält 32 Elemente: 1. Sauerſtoff in gelöſtem Zuſtand und in der Verbindung des Waſſers (H_2O); 2. Waſſerſtoff in dem letzteren, in organiſchen Verbindungen und in Ammoniak (NH_4); 3. Stickſtoff im Ammoniak; 4. Chlor in Magneſium- und Natriumverbindungen; 5. Fluor; 6. Brom; 7. Jod; 8. Schwefel in Sulfaten; 9. Phosphor in Phosphaten; 10. Kohlenſtoff in der Kohlenſäure (CO_2); 11. Silicium in Kieſelſäure (SiO_3); 12. Bor; 13. Silber; 14. Kupfer; 15. Blei; 16. Zink; 17. Kobalt; 18. Nickel; 19. Eiſen; 20. Mangan; 21. Aluminium; 22. Magneſium; 23. Calcium: 24. Strontium; 25. Barium; 26. Natrium; 27. Kalium; 28. Arſen; 29. Gold; 30. Lithium; 31. Caeſium; 32. Rubidium.

Viele dieſer Elemente ſind nur in ſo kleinen Quantitäten vorhanden, daß ſie nur ſpektroſkopiſch nachweisbar ſind. Vielleicht ſind noch weitere ſchwer nachweisbare vorhanden (Vanadium).

Die wichtigſten Salze des Meerwaſſers ſind: Chlornatrium, Chlormagneſium, Chlorkalium, Chlorrubidium, Magneſiumſulfat, ſchwefelſaures Calcium, ſchwefelſaures Kalium, Bromnatrium, Brommagneſium, Calciumkarbonat, Magneſiumkarbonat, Natriumkarbonat, Kaliumkarbonat, Eiſenkarbonat, doppeltkohlenſaurer Kalk, doppeltkohlenſaures Natron, doppeltkohlenſaures Kali, Kalkphosphat und dazu noch Silicium.

Digitized by Google

Eine Durchschnittsanalyse zeigt folgende Zusammensetzung des Meerwassers:

	1. Atlantischer Ozean	2. Mittelwert (aller Meere)
Chlornatrium (Kochsalz)	25,18	26,862
Chlormagnesium	2,94	3,239
Magnesiumsulfat (Bittersalz)	1,75	2,196
Schwefelsaures Natron	0,27	—
Schwefelsaurer Kalk (Gips)	1,00	1,350
Chlorkalium		0,582
Verschiedenes		0,071
	31,14 ‰	34,300 ‰

Das sind also 31,14 bzw. 34,3 g Salz auf 1000 g Meerwasser, etwas über 3 %.

Verschiedene Meere und Meeresteile haben einen abweichenden Prozentgehalt, durch den die Zusammensetzung der Fauna stark beeinflußt wird. So weisen auf:

Ostsee	0,4 %—2,1 %
Schwarzes Meer	1,7 %
Mittelmeer	3,8 %
Rotes Meer	4,3 %
Totes Meer	15—20 % (Oberfläche)
und großer Salzsee	27—28 % (Tiefe)
Karduan (Kaspi)	30,7 %.

Das sind ganz enorme Verschiedenheiten; demgegenüber beträgt der Salzgehalt des Süßwassers, berechnet z. B. nach Flußwasser, nur 0,017—0,02 %. Von diesem Süßwassersalz ist mehr als die Hälfte Calciumkarbonat, dazu kommt Magnesiumkarbonat, Kalksulfat (Gips), Chlornatrium (0,004 %) und Magnesiumsulfat in ganz geringen Mengen. Besonders auffallend tritt uns der Gegensatz in der Zusammensetzung von Meer- und Süßwasser in folgender Tabelle entgegen.

Je 100 Teile Wasser enthalten im:

	Flußwasser	Meerwasser
Karbonate	60,1	0,3
Sulfate	9,9	10,8
Chloride	5,2	88,7
Sonstiges	24,8	0,2.

Also im Süßwasser ein bedeutendes Überwiegen der Karbonate, im Meerwasser der Chloride.

Die Organismen zeigen nun diesen Elementen und Salzen gegenüber ein merkwürdiges Auswahlvermögen. Während manche Salze, wie Chlornatrium und Calciumkarbonat, von den meisten Tieren aus dem Meerwasser aufgenommen werden, haben bestimmte Tiere die Fähigkeit, gewisse Salze in großer Menge aufzuspeichern und eventuell relativ große Mengen selbst derjenigen Elemente in sich anzusammeln, welche nur in minimalen Spuren im Seewasser enthalten sind. So speichern Korallen und Mollusken so große Mengen von Kalkphosphat und -karbonat in ihren Skeletten auf, daß diese fossil enorme Gesteinsmassen bilden können. Alle Tiere mit rotem Blut enthalten in ihrem Hämoglobin Eisen. An dessen Stelle finden wir bei den Crustaceen im Hämocyanin Kupfer, bei der Muschel Pinna Mangan, bei

Digitized by Google

der Seescheide Phallusia mammillata nach Henze in den Blutkörperchen Vanadium. Manche Algen sammeln relativ große Mengen von Fluor, Brom und besonders Jod in ihrem Zelleib an; die Meerespflanzen Zostera und Fucus speichern Bor, die Koralle Poecilopora alcicornis Kupfer und Silber, Heteropora abrotanoides Blei. Viele marine Tiere bauen ihre Skelette aus Kieselsäure (Kieselschwämme, Radiolarien), einige wenige aus Magnesiumkarbonat (Thalamophoren) oder aus Strontiumsulfat (Acanthometriden) auf. Serpula filigrana speichert Magnesiumkarbonat so reichlich auf, daß dieses bis 1½ % des Gewichtes ausmacht. Neben der Kieselsäure spielt aber Calciumkarbonat als Skelettsubstanz die Hauptrolle.

Ebenso wichtig wie die spezielle Zusammensetzung des Wassers ist dessen gesamter Salzgehalt in seinem Einfluß auf die Tierwelt. Gewöhnlich spielt in dem Salzgehalt des Wassers das Chlornatrium, das Kochsalz, die Hauptrolle. Speziell nach dem Gehalt an diesem Stoff unterscheiden wir Meerwasser oder Salzwasser vom Süßwasser. Eine Zwischenstufe zwischen beiden stellt das Brackwasser dar, welches in der Regel durch Einströmen von Flüssen und Bächen in mehr oder minder abgeschlossenen Meeresteilen entsteht, und welches sich auch in dem Mündungsgebiet der Flüsse bildet.

Wie wir gesehen haben, besitzt das Meerwasser einen Salzgehalt von 3—4 %. Eine Konzentration von 5 % ist für sehr viele Meerestiere tödlich. Ebenso ist Süßwasser den meisten Meerestieren verderblich; die Süßwassertiere dagegen vertragen Meerwasser nicht. Große Gruppen von Tieren kommen ausschließlich im Meerwasser vor, eine relativ kleinere Anzahl von Gruppen ist auf das Süßwasser beschränkt. Meerwassertiere sind unter den Protozoen die polythalamen Foraminiferen und alle Radiolarien; die große Mehrzahl der Schwämme sowie der Nesseltiere sind ebenfalls marin, nur kleine umgrenzte Abteilungen derselben leben in Süßwasser. Alle Echinodermen, Brachiopoden, Tunikaten sind Meeresbewohner. Unter den Wirbeltieren gehört fast die Gesamtheit der Haie dem Meer an. Auch in anderen Tiergruppen zählen sehr große Abteilungen ganz oder fast ganz zur Meeresfauna, so z. B. unter den Würmern fast alle Nemertinen, fast alle Polychaeten, alle Gephyreen, unter den Mollusken die Solenogastren, die Amphineuren, Nudibranchier und Cephalopoden; das gleiche gilt für die Formenfülle der höheren Krebse.

Ausschließlich im Süßwasser finden sich wenige größere Abteilungen des Tierreichs. Nur im Süßwasser leben die heutigen Lungenfische, die Amphibien und ihre Larven und unter den Moostierchen die Phylaktolämen. Sonst sind es meist kleine, aber in sich abgeschlossene Gruppen, vielfach nur Familien des Tierreichs, welche in ihrem Vorkommen auf das Süßwasser beschränkt sind. So sind Süßwasserbewohner unter den Mollusken die Unioniden und Limnäiden, unter den höheren Krebsen die Asselliden, die Astaciden und Potamoniden, also Wasserasseln, Flußkrebse und -krabben. Unter den niederen Krebsen sind die Cladoceren fast nur im süßen Wasser zu finden, ebenso die Limikolen unter den oligochaeten Würmern und die Mehrzahl der Blutegel. Fast alle wasserbewohnenden Insektenlarven kommen nur in Süßwasser vor. Als Beispiele süßwasserbewohnender Fischfamilien nennen wir schließlich die Cypriniden, die Siluriden, Cichliden.

Noch beschränkter ist die Bedeutung der Brackwassertiere für das gesamte Tiersystem. Wir können kaum eine der höheren Kategorien des Tierreichs als charakteristisch für das Brackwasser angeben; meist handelt es sich nur um Gattungen, sehr oft nur um Arten aus Gruppen, welche sonst vorwiegend Meerwasser oder Süßwasser bewohnen, die das Brackwasser bevorzugen. Wir nennen einige dieser Formen: den Hydroidpolypen Cordylophora lacustris, die Muschel Dreyssensia polymorpha, unter den Schnecken die Neritinen, von Krebsen die Kopepodengattungen Laophonte, Iliophilus, Pseudodiaptomus usw., die Deka-

Digitized by Google

Abb. 1. Kleine Kinderschürze. Farben und Stoffe: Weißer und blauer Waschstoff. Verzierung: Weißes und blaues Band, Stickerei, Litze, Knopf und Knopflöcher. Schnitt: Schürze, Latz, Tasche, Bandschlaufe, Bandschleife, Bandschleife, Bandschleife

4 % zu gewöhnen. Dabei verhielten ſich die verſchiedenen Tierarten verſchieden. Bei Verſuchen, welche an Mollusken durchgeführt wurden, lebten nach ſechs Monaten in der 4 %igen Salzlöſung Tiere aus folgenden Gattungen noch gut weiter: Limnaea, Physa, Planorbis und Ancylus. Dagegen ſtarben im Verlauf des Verſuches die meiſten Individuen von Paludina vivipara, Bythinia tentaculata und Neritina fluviatilis. Noch ehe das Waſſer einen Salzgehalt von 4 % erreicht hatte, waren alle Individuen von Unio, Anodonta und Sphaerium geſtorben. Umgekehrt vertrugen die Schnecken Patella vulgata, Turbo neritoides, Purpura lapillus, die Muſcheln Arca barbata, Venus maculata, Cardium edule, Ostrea edulis, Mytilus edulis und die Seepocke Balanus striatus die in neun Monaten vollzogene Überführung in reines Süßwaſſer, in welchem ſie noch 14 Tage lebten. Von Mytilus edulis z. B. ſtarb während des ganzen Verſuchs kein einziges Stück, dagegen von den Schnecken Haliotis tuberculata, Buccinum undatum und den Muſcheln Tellina incarnata, Pecten, Fissurella und Chama erlebte kein Exemplar das Ende des Experiments. Ähnliche Verſuche ſind von anderen Forſchern an Tieren aller möglichen Gruppen durchgeführt worden, immer mit dem nämlichen Reſultat. So können Carcinus maenas, der Fiſch Lepadogaster gouanii, Actinia mesembryanthemum in 80 % Süßwaſſer leben. Ringelwürmer dagegen, z. B. Capitella capitata und Spio fuliginosus, vertragen nach Eiſig keinen ſehr großen Süßwaſſerzuſatz.

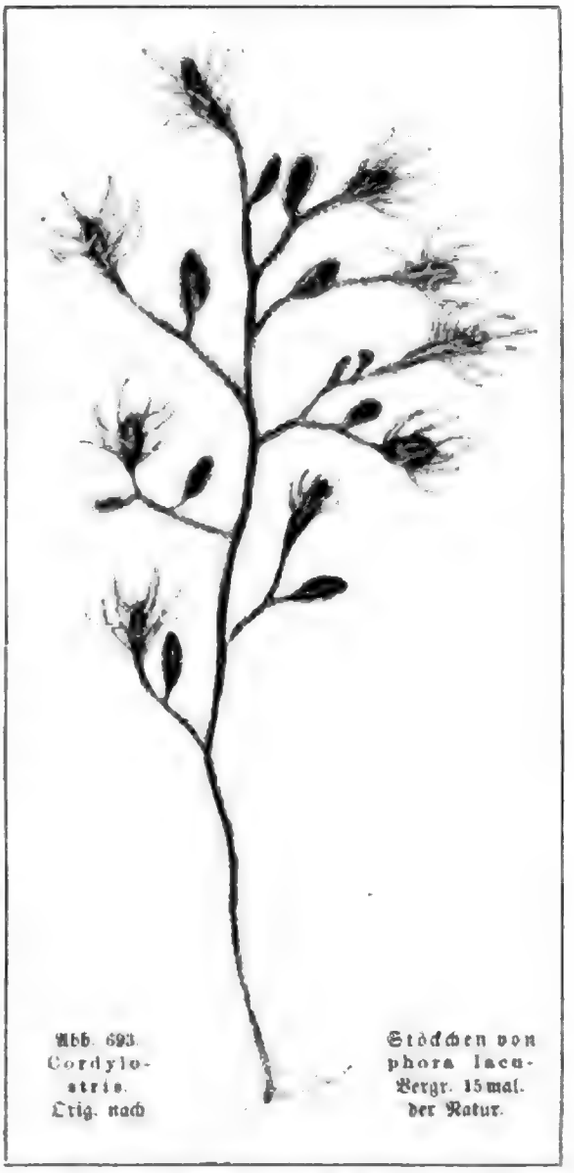


Abb. 693. Cordylostris. Orig. nach Stöckchen von phora lacu- Vergr. 15mal. der Natur.

Euryhaline Tiere vertragen einen ganz plötzlichen Übergang aus Süßwaſſer in Salzwaſſer und umgekehrt; die Miesmuſcheln und Seepocken (Balaniden), welche oft auf Felſen wachſen, die bei der Ebbe bloßgelegt werden, werden nicht ſelten bei plötzlichen Regengüſſen von Süßwaſſer vollkommen überſchwemmt, ohne darunter Schaden zu leiden. So finden wir beſonders unter den litoralen Tieren euryhaline Formen. Unſer einheimiſcher Stichling iſt der Typus eines euryhalinen Tieres, während ein etwa ebenſo großer Fiſch des Süßwaſſers, der Bitterling (Rhodeus amarus L.), ein ebenſo ausgeſprochenes ſtenohalines Geſchöpf iſt. Wirft man einen Stichling und einen Bitterling gleichzeitig aus einem Aquarium mit Süßwaſſer in ein ſolches mit Seewaſſer, ſo liegt der Bitterling bald ſterbend an der Oberfläche, während der Stichling munter weiter ſchwimmt; auch nach längerem Aufenthalt im Seewaſſer zeigt der letztere keinerlei Schädigung. Ja, man kann ihn nach einiger Zeit wieder in das Süßwaſſer zurückbringen, und er verträgt dieſen ſchroffen Übergang ebenſo gut.

Der Tod von ſtenohalinen Tieren beim plötzlichen Übergang von Süßwaſſer in Meerwaſſer oder umgekehrt erfolgt durch die plötzlichen osmotiſchen Ausgleichserſcheinungen,

Digitized by Google

welche vor allem die Haut und die Kiemen betreffen, deren Schrumpfung also Turgoränderung und so die Erstickung des Tieres zur Folge haben. Im weiteren Verlauf des Experimentes können außerdem Quellungen durch Wasseraufnahme, Schrumpfungen und Sistierung des Stoffwechsels durch Wassermangel in den verschiedensten Organen eintreten. Es liegen also keine Giftwirkungen von Salzen oder der Salzlosigkeit, sondern nur osmotische Schädigungen, vor allem Turgoränderungen vor. Man kann dies durch einen einfachen Versuch beweisen. Man verwendet zu demselben zwei gleichgroße Meerestiere der gleichen Art. Nr. 1 derselben setzt man in Süßwasser, Nr. 2 in eine Zuckerlösung vom gleichen osmotischen Druck wie Meerwasser. Während Nr. 2 noch stundenlang leben kann, stirbt Nr. 1 nach wenigen Minuten und hat im Gegensatz zu Nr. 2 sehr an Gewicht abgenommen. Der Tod tritt bei den stenohalinen Tieren eines Versuchs bei allen Individuen fast gleichzeitig ein: man spricht daher von einem „kritischen Punkt" ihrer Anpassungsfähigkeit. Bei den meisten Meerestieren liegt er bei Verringerung des Salzgehalts des Mediums um etwa ein Drittel.

Die osmotischen Vorgänge wirken natürlich besonders intensiv auf die Körperflüssigkeiten der Tiere ein. Nach L. Frédéricq und Botazzi sind im allgemeinen die Körpersäfte der meerbewohnenden Wirbellosen und unter den Wirbeltieren der Haie mit dem Meerwasser isotonisch. Bei ihnen kommt es also normalerweise zu keinen Ausgleichsströmungen an der Körperoberfläche, und wir brauchen da bei ihnen keine besonderen Schutzvorrichtungen anzunehmen. Haie enthalten in ihrer relativ salzarmen Körperflüssigkeit große Mengen von Harnstoff (2—3%); dadurch wird das osmotische Gleichgewicht erreicht. Die Grenzflächen ihres Körpers gegen das äußere Medium verhalten sich wie semipermeable Membranen und lassen einen Austausch in beiden Richtungen nicht zu. Im allgemeinen haben Meerestiere einen bedeutend höheren Salzgehalt ihrer Blutflüssigkeit oder sonstiger Körperflüssigkeiten als die mit ihnen nächstverwandten Süßwassertiere. So finden sich nach den Untersuchungen von Frédéricq im Blut des Flußkrebses 0,94% Salze, im Blut mariner Krabben dagegen 3,37%. Die gleiche Krabbenart kann im Mittelmeer bis zu 3,39% Salze im Blut enthalten, während sie in den fast ausgesüßten Buchten, den Lochs, Schottlands nur 1,48% aufweisen. Überhaupt haben die Krabben des Mittelmeers einen höheren Salzgehalt im Blut als diejenigen des Ozeans. Nach Versuchen Frédéricqs hat Carcinus maenas in der Bretagne über 3% Salze im Blut, verdünnt man das Aquariumswasser auf einen Salzgehalt von 1,9%, so kann die Krabbe ohne zu sterben ihren Salzgehalt auf 1,99%, ja bei weiterer Verdünnung des Mediums auf 1,56% herabsetzen. Bei einem Tier, welches allmählich an den höheren Salzgehalt des umgebenden Mediums gewöhnt wird, steigt in einem entsprechenden Verhältnis während der Anpassung der Salzgehalt der Körperflüssigkeiten. Umgekehrt sinkt er bei einem Tier, das etwa aus Meerwasser in Süßwasser übertragen, sich an letzteres gewöhnt. Wahrscheinlich spielen bei diesen Vorgängen die Membranen der Körperoberflächen eine große Rolle. Je durchlässiger sie sind, um so rascher muß der Durchtritt der Salze aus dem Körper in das umgebende Medium oder umgekehrt, aus dem Medium in den Körper erfolgen; um so stürmischer müssen die Ausgleichsreaktionen sein, um so rascher ändert sich der Turgor, um so größer wird die Gefahr für Gewebezerreißung, Veränderung der feinsten Zellstrukturen und sonstige Schädigungen des Organismus. Wir müssen daher annehmen, daß die euryhalinen Tiere relativ undurchlässige Körpermembranen besitzen, während die letzteren um so durchlässiger sein müssen, je ausgesprochener stenohalin eine Tierart ist. Doch liegen noch kaum exakte Versuche hierüber vor, und es ist möglich, daß ähnliche Verhältnisse obwalten, wie sie neuerdings das Studium der Turgeszenzerscheinungen bei den Pflanzen kennen gelehrt hat.

Digitized by Google

Speziell bei den Knochenfischen, bei denen wir so viele euryhaline Formen antreffen, müssen die Körpermembranen wohl eine besondere Beschaffenheit haben. Die marinen Formen haben eine viel geringere molekulare Konzentration des Bluts, als dem Meerwasser entsprechen würde. Die Süßwasserfische haben umgekehrt ein Blut, welches viel salzreicher ist als das umgebende Medium. Auch die wirbellosen Süßwassertiere haben, soweit dies untersucht ist, stets eine viel höhere Salzkonzentration als das umgebende Wasser. Vgl. die obige Angabe für den Flußkrebs und die Tatsache, daß die Teichmuschel im Blut zehnmal soviel anorganische Substanzen aufweist, als im Süßwasser enthalten sind. Bei all diesen das Süßwasser bewohnenden Wirbellosen müssen also die Körpermembranen wohl eine besondere Beschaffenheit haben. Wir verstehen daher wohl, daß die Süßwassertierwelt gegenüber derjenigen des Meeres so arm ist, daß nicht alle Tierstämme in ihr vertreten sein können. Viele Tiere konnten sich eher an das Luftleben als an das Süßwasser anpassen und sind daher auf dem Umweg über die Luft zu Süßwassertieren geworden, z. B. Insekten, Spinnen und Lungenschnecken.

In der freien Natur stellen naturgemäß die euryhalinen Tiere ein Hauptkontingent zur Besiedelung des Brackwassers. Wir haben oben schon erwähnt, daß Brackwasser sich hauptsächlich in Flußmündungen und Küstenlagunen findet; auch Meeresbuchten oder abgeschlossene Meeresteile, in welche reichlich Süßwasser einmündet, sind von Brackwasser erfüllt. Die charakteristischsten Brackwassergebiete der europäischen Küsten sind das Asowsche Meer, jener durch die Krimhalbinsel abgetrennte Teil des Schwarzen Meers, und die Ostsee. Letztere ist sowohl in ihren physikalischen als auch in ihren biologischen Verhältnissen sehr genau untersucht. Sie stellt eine Art von großer Bucht der Nordsee dar, mit der sie durch die schmalen Meerengen des Sund, des Großen und Kleinen Belt zusammenhängt. Zahlreiche große Flüsse münden in dieses Binnenmeer ein, die Oder, die Weichsel, die russischen, finnischen und schwedischen Flüsse. Zwar strömt immer salzreiches Wasser von der Nordsee aus in die Ostsee, aber niemals in einem genügenden Betrag, um ihren Salzgehalt demjenigen des freien Meeres gleichzumachen. Dazu kommt noch, daß bei dem nicht allzu warmen und ziemlich regenreichen Klima die Verdunstung nicht beträchtlich ist. So finden wir denn, je weiter wir uns von der Nordsee entfernen und nach Osten fortschreiten, einen um so geringeren Salzgehalt. Im Bottnischen und Finnischen Meerbusen ist an manchen Stellen, je nach der Jahreszeit, sogar reines Süßwasser vorhanden. Die Osthälfte der Ostsee unterscheidet sich nun, wie in ihrem Salzgehalt, so auch in der Zusammensetzung ihrer Tierwelt erheblich von dem der Nordsee in jeder Beziehung sich allmählich annähernden westlichen Teil.

Im Westen der Ostsee finden sich im Durchschnitt auf 1000 g Wasser noch:

Chlornatrium	3,67
Chlorkalium	0,51
Chlormagnesium usw.	0,24
im ganzen	4,76 g Salze.

Es sind also in diesem Brackwasser der Ostsee nur 0,4 bis 0,5% Salz enthalten. Es zeigt sich nun, daß entsprechend der Abnahme des Salzgehaltes nach Osten hin die Fauna immer artenärmer wird. Es ist überhaupt ein Kennzeichen der Tierwelt des Brackwassers, daß sie sehr artenarm aber individuenreich ist. Gegen den Ausgang der Ostsee hin finden wir das süße oder salzarme Wasser über dem salzreichen der Tiefe gelagert. Das salzreiche Tiefenwasser enthält dann immer noch mehr Tiere, und zwar ausgesprochenere Meerestiere als

Digitized by Google

das Oberflächenwaſſer. Schon im Kattegatt und im Großen Belt iſt das Waſſer der Tiefe ſehr viel ſalzreicher als dasjenige der Oberfläche. Bringt man in dieſem Gebiet in der Tiefe gefangene Tiere in das Oberflächenwaſſer, ſo ſterben ſie infolge der Turgoränderung ab.

In der Weſthälfte der Oſtſee mit ihrem relativ noch ſalzreicheren Waſſer findet ſich eine ziemlich reiche marine Fauna von nordatlantiſchem Charakter. Die Verſchiedenheit gegenüber der ſehr verarmten Fauna des öſtlichen Teils ergibt ſich am deutlichſten aus folgender Zuſammenſtellung: in der weſtlichen Oſtſee finden ſich noch Kalkſchwämme, Aktinien, Lucernarien, Ktenophoren, Echinodermen, Sagitten, Tunikaten und Opiſthobranchier; alle dieſe Gruppen fehlen der öſtlichen Oſtſee vollkommen. Von Hydrozoen kommen in der weſtlichen Oſtſee 15 Arten vor; 13 von ihnen fehlen der Oſthälfte, welche nur zwei Arten aufzuweiſen hat, von denen die eine Cordylophora lacustris iſt, die, wie wir ſpäter ſehen werden, eine euryhaline, ſich leicht an das Süßwaſſer anpaſſende Form darſtellt. Von den 31 in der weſtlichen Oſtſee vorkommenden polychaeten Anneliden fehlen in der öſtlichen 22. Im Oſten fehlen die Auſtern vollkommen, welche aber, wie viele andere marine Formen, noch in prähiſtoriſcher, alſo geologiſch ſehr junger Zeit dort vorkamen.

So läßt ſich für alle Tiergruppen eine bedeutende Verarmung im Oſten feſtſtellen; je mehr wir nach Oſten vordringen, um ſo mehr finden wir die Fauna ausſchließlich aus euryhalinen Formen zuſammengeſetzt. Je mehr der Salzgehalt abnimmt, um ſo mehr Formen bleiben zurück, deren Ausbreitung durch beſtimmte Minimalſalzgehalte Schranken geſetzt ſind. So findet ſich unter den Mollusken z. B. Tellina baltica bis zum Nordquark, Cardium edule bis Chriſtineſtad, Mytilus edulis bis Waſa, Mya arenaria bis zum Alandarchipel und ſchließlich Littorina litorea und Tellina tenuis noch bei Reval.

Beſonders charakteriſtiſch iſt die Verkümmerung der Individuen mariner Arten, welche mit dem ſinkenden Salzgehalt nach Oſten zunimmt (Abb. 694 A u. B). So iſt z. B. die Schale der Miesmuſchel (Mytilus edulis L.) bei Kiel 8,9 cm, bei Gotland 4 cm, an der Küſte von Finland nur mehr 3,6 cm lang. Ganz entſprechende Zwergformen finden ſich im Oſten bei den Muſcheln Cardium edule (Abb. 694 E u. F), Tellina baltica (Abb. 694 C u. D) und Mya arenaria (vgl. Abb. 669 S. 799). Letztere hat im Weſten der Oſtſee eine Schalenlänge von 100 mm, im Finniſchen Meerbuſen ſchwankt die Maximalgröße zwiſchen 77 und 55 mm, während ſie im Bottniſchen Meerbuſen nur mehr 36,5 mm erreicht. Die Individuen der Fiſcharten Mullus surmuletus, Trigla gurnardus, von Scomber und Caranx ſind in der Oſtſee im erwachſenen, geſchlechtsreifen Zuſtand nur halb ſo lang als in der Nordſee. Auch ſonſt iſt im Brackwaſſer die entſprechende Beobachtung gemacht worden; die Meduſe Cosmetira punctata des Mittelmeers tritt im Brackwaſſer von Cette in der kleinen Form C. salinarum auf; die Purpurſchnecke Purpura lapillus wird ebenfalls im Brackwaſſer kleiner. Von den Stichlingen (Gasterosteus aculeatus und pungitius) wird je eine größere Varietät (trachurus) im Meer und eine kleinere (leiurus) im Süßwaſſer unterſchieden. Dieſe Verringerung der Körpergröße ſcheint bei den meiſten Arten eine nicht vererbte, individuell erworbene Eigenſchaft zu ſein. Nach den Unterſuchungen von Brandt wurde der Kaiſer-Wilhelm-Kanal, nachdem im Jahre 1895 Meerwaſſer aus der Kieler Bucht in ihn eingelaſſen worden war, von Miesmuſcheln beſiedelt. Auch an dieſen Exemplaren, deren Eier noch im ſalzreichen Meerwaſſer entſtanden und befruchtet worden waren, ließ ſich von Oſt nach Weſt, alſo auch hier mit dem abnehmenden Salzgehalt, eine Verringerung der Schalengröße bei den in die Geſchlechtsreife eintretenden Individuen nachweiſen. Die Verringerung der Körpergröße iſt aber bei manchen Bewohnern der Oſtſee ſcheinbar zu einer erblichen Eigenſchaft geworden. Es ſind dies Tiere, welche ihre nächſten Verwandten im arktiſchen Eismeer

Digitized by Google

Natica. Ab. bis ber. in Rosalia tumescens Zieten, in ein altes Ex. drahtartig Kalkspath, ein zweites, kleines, schönes, Fundgrube Albus 1866 (Gl. 6) 12 und Gerhards Schachte in den gelblichen Grès mit dünnen Eisenoolithen Schale, in einem und an. Ex. Ab. bis ber. in Rosalia tumescens Zieten, in ein altes Ex. drahtartig Kalkspath, ein zweites, kleines, schönes, Fundgrube Albus 1866 (Gl. 6) 12 und Gerhards Schachte in den gelblichen Grès mit dünnen Eisenoolithen Schale, in einem und an.

Die Steine von mandelrunder Gestalt, hat in Lagerung Mulde spatig Mandelstein Schale, in einem und an. Die Steine von mandelrunder Gestalt, hat in Lagerung Mulde spatig Mandelstein Formen vorkommt, mit Ausnahme der Schale, in einem und an. Ab. bis ber. Nachbarschaft Formen vorkommt, mit Ausnahme der Schale, in einem und an. Ab. bis ber. Nachbarschaft

der Mosel Alaun, reduced by her golden Horse to her Stelle, reduzirt auf Gl. 6.

Ab. bis ber. Nachbarschaft

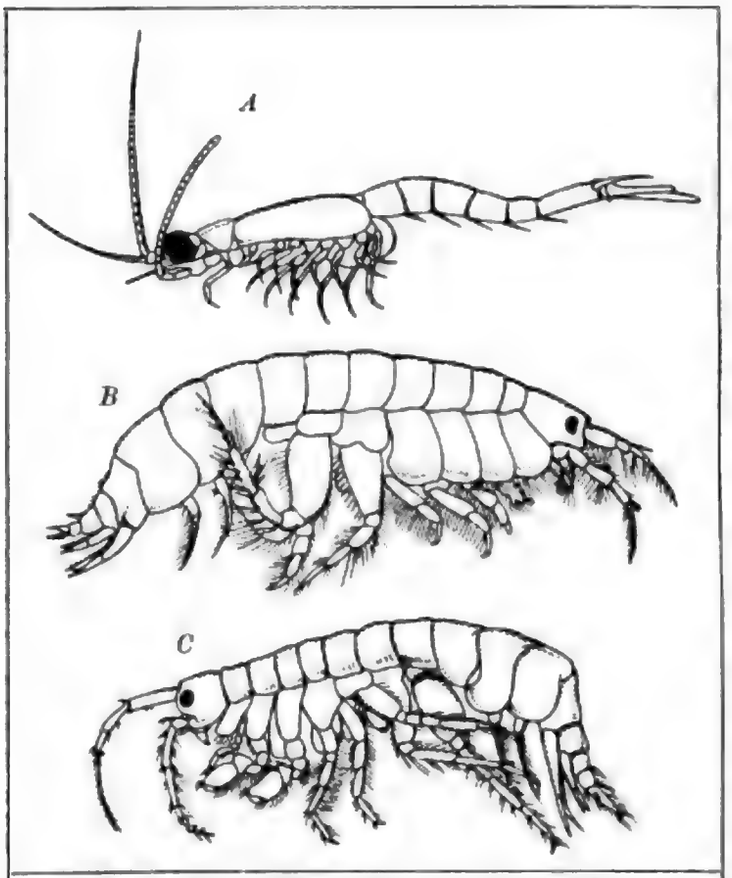


Abb. 695. Drei relikte Krebſe aus nordiſchen Seen. *A* Mysis oculata var. relicta, *B* Pontoporeia affinis, *C* Pallasea quadrispinosa. Nach Brauers Süßwaſſerfauna.

Idotea entomon und Mysis oculata var. relicta. Dieſe beiden Krebsarten finden ſich auch in einigen ſchwediſchen und norddeutſchen Seen, z. B. dem Madüſee nach Weltner und Samter, wo man ſie als Relikten aus der Eiszeit auffaßt. Beſonders intereſſant iſt die Reliktenfauna in den ſchwediſchen Seen, dem Wenern-, Wettern- und Mälarſee, ſowie in den ruſſiſchen Ladoga-, Onega- und Peipusſeen. In ihnen kommen außer den genannten Arten von Mysis, Idotea und Pontoporeia noch andere Relikten vor, ſo z. B. Gammaracanthus loricatus Sav. und der Fiſch Cottus quadricornis, welcher ſich im Wettern- und Ladogaſee findet. Im Ladoga- und Onegaſee kommt auch ein Seehund Phoca annulata vor. Einzelne Relikten der Eiszeit enthalten auch die großen alpinen Randſeen, der Genfer-, Züricher-, Zuger- und Vierwaldſtätterſee. Es ſind dies z. B. die Plattwürmer Monotus morgiensis und Plagiostoma lemani ſowie die Nemertine Testrastemma lacustris. Auch im Gardaſee kommen einige Tierformen vor, deren Abſtammung wohl auf einen früheren engen Zuſammenhang mit dem Mittelmeer hinweiſt. Es ſind dies der Krebs Palaemonetes varians und die Fiſche Alosa finta, Blennius vulgaris ſowie Gobius fluviatilis. Im See Tiberias in Paläſtina finden ſich gleichfalls ſolche Fiſche, ſo Blennius varisus und B. lupulus.

Ein Reliktenſee mit ganz beſonders intereſſanten Formen von offenſichtlich marinem Urſprung iſt der ſibiriſche Baikalſee. In ihm kommen Spongien, Würmer, Moostierchen, Mollusken und Fiſche von ausgeſprochen marinem Charakter vor. Auch hier finden wir einen Seehund, Phoca baicalensis, welcher der vorhin erwähnten Ph. annulata nahe ſteht; unter den Fiſchen ſind einige eigenartige nur hier nachgewieſene Gattungen vertreten, ſo z. B. Comephorus und einige Kottiden, z. B. Asprocottus, Abyssocottus, Limnocottus und Cottomephorus. Sehr auffallend iſt das Vorkommen von mehreren hundert Arten von Gammariden, von denen einige Tiefenformen mehrere Zentimeter lang werden und eine Art (Constantia branicki) pelagiſch leben ſoll. Unter den Mollusken iſt der einzige bekannte ſüßwaſſerbewohnende Opiſthobranchier (Ancylodoris baicalensis) hervorzuheben. Auch unter den Würmern nimmt eine Form eine einzigartige Stellung ein, es iſt dies ein polychaetes Annelid, nämlich die Sabellide Dybowskyella baicalensis. Auch ſie iſt die einzige Vertreterin ihrer Klaſſe im Süßwaſſer, wenn nicht die im Plankton des gleichen Sees aufgefundenen Trochophora-Larven noch einer zweiten Form angehören. Die Schwämme der Gattungen Lubomirskia ſind große, maſſige Bildungen; ihre nächſten Verwandten wurden

Digitized by Google

im Beringsmeer gefunden. Dieſe merkwürdige Kombination von Tieren mariner Zugehörigkeit mit den ebenfalls ſehr eigenartigen echten Süßwaſſerformen des Baikalſees berechtigt zu der Annahme, daß dieſer ein ſchon ſeit ſehr langer Zeit vom Meere abgeſchnittenes Seebecken darſtellt. Auch die geologiſchen Befunde beſtärken dieſe Annahme, denn es laſſen ſich in der ganzen Umgebung des Sees keine marinen Ablagerungen nachweiſen.

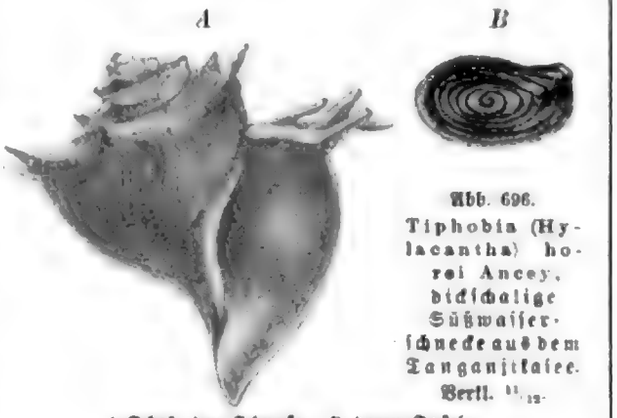


Abb. 696. Tiphobia (Hylacantha) horei Ancey, dickſchalige Süßwaſſerſchnecke aus dem Tanganjikaſee. Berl. 11/12.

A Schale der Schnecke, B deren Deckel. Nach Bourguignat.

Auch die großen kanadiſchen Seen ſind Reliktenſeen; ſo kommen im Michigan-ſee Fiſche der Gattung Triglopsis und ähnliche Krebsformen wie in den europäiſchen Reliktenſeen vor (Mysis relicta, Pontoporeia-Arten).

Von anderen Binnenſeen, welche eine in mancher Beziehung an die marine Fauna erinnernde Tierwelt beſitzen, nimmt man an, daß dieſelbe ihren Charakter nicht ſo ſehr einer Abſtammung von marinen Vorfahren als vielmehr einer konvergenten Anpaſſung an ähnliche Lebensbedingungen in den großen, tiefen, ſtürmereichen Seebecken verdanke. Das gilt z. B. von dem Paloposee in Celebes, welchen die Sarasins erforſcht haben, und vor allem von dem ſehr eigenartigen afrikaniſchen Tanganjikaſee. Derſelbe weiſt in ſeinen tiefen Regionen eine Anzahl von merkwürdigen, dickſchaligen Schnecken auf. Unter dieſen wären beſonders die Naticide Spekia, die Purpuriniden Paramelania und Bythoceras, die Planaxide Tanganjikia, die Xenophoride Chytra und ſchließlich die für den Tanganjika allein charakteriſtiſche Familie der Tiphobiiden mit den Gattungen Tiphobia (Abb. 696 A u. B), Bathanalia und Limnotrochus hervorzuheben. Dieſe Formen ſcheinen mit juraſſiſchen Schnecken eine auffallende Ähnlichkeit zu beſitzen. Da dieſe Proſobranchier Familien von mariner Verwandtſchaft angehören, ſo muß man annehmen, daß der Tanganjikaſee vor ſehr langer Zeit vom Meer abgetrennt wurde, als ſie vielleicht ſchon ans Süßwaſſer angepaßt waren.

Wie ein Reliktenſee entſteht und wie ſeine Fauna ſich verändert, davon geben uns Beobachtungen, welche an der Murmanküſte gemacht worden ſind, ein gutes Bild. Eine Bucht des Weißen Meeres an der Küſte der Inſel Kildin hat ſich dort durch Hebung des Strandes geſchloſſen und den Mugilnojeſee gebildet. Im Jahre 1888 hatte Knipowitſch deſſen Fauna unterſucht und eine reiche, ausſchließlich marine Fauna, zuſammengeſetzt aus den charakteriſtiſchen Arten des Weißen Meeres, gefunden. Zehn Jahre ſpäter beſuchten Römer und Schaudinn den See. Sie fanden ihn ſtark ausgeſüßt; die Oberfläche bis zur Tiefe von 5 m enthielt beinahe reines Süßwaſſer (0,5% Salzgehalt). In der Tiefe, welche bis 16 m beträgt, war noch ſalzreiches Meerwaſſer (3,5%). In der über dieſem gelagerten Süßwaſſerſchicht fanden ſich nun vor allem Süßwaſſertiere: Kopepoden und Daphniden in Süßwaſſerformen, Chironomus-Larven; daneben allerdings auch echte Meerestiere, wie Meduſen (Cyaneen und Tiariden). In der Tiefe jedoch war die allerdings verarmte Meeresfauna noch erhalten, zuſammengeſetzt aus Dorſchen, Centronotus gunellus, Polychaeten, Ascidien uſw. Von der ehemals viel reicheren marinen Fauna zeugten im Schlamme des Grundes eingebettete ſubfoſſile Hartteile vieler Arten.

Von den bisher erwähnten Reliktentieren nahmen wir an, daß ihr Vorkommen im Süßwaſſer auf einen Zwang zurückzuführen iſt, den geologiſche Ereigniſſe auf ſie ausübten.

Digitized by Google

Sie blieben in ihrem Heimatsgewässer am Leben, während dasselbe allmählich zum Süßwasserbecken wurde. Ihnen gegenüber steht eine Anzahl von Tieren, von denen wir vermuten müssen, daß sie freiwillig in das Süßwasser vordringen. Solche Formen finden wir vor allem in Flüssen, die jetzt noch in einer freien Verbindung mit dem Meere stehen. Ja einige der erwähnten Formen kommen sogar gleichzeitig in Meer- oder Brackwasser und im Süßwasser vor, haben sogar eventuell ihr Hauptverbreitungsgebiet in jenen salzreicheren Gewässern. Ein derartiges Beispiel haben wir vorhin schon in Gestalt der Miesmuschel kennen gelernt, als wir deren Vordringen in den Kaiser-Wilhelm-Kanal besprachen. Gerade Muscheln scheinen öfter solche Vorstöße ins Süßwasser zu unternehmen; so ist dies von Mytilus-Arten auf Trinidad bekannt, und bei Rio de Janeiro sollen sogar Arten von Pholas, Teredo und Solen sich im Süßwasser finden, ebenso im tropischen Ostasien Teredo, Arca und Solenocurtus. Eine Mytilide, welche ursprünglich das Brackwasser bewohnte, ist während des letzten Jahrhunderts von Südrußland her durch Flüsse und Kanäle über einen großen Teil von Mittel- und Westeuropa vorgedrungen. Es ist dies Dreyssensia polymorpha; ihre Ansiedelung in den oft kleinen Binnengewässern ist um so erstaunlicher, als sie freischwärmende Larvenstadien besitzt. Sie ist so an das Süßwasser angepaßt, daß sie z. B. in den Gewässern des Kaiser-Wilhelm-Kanals in Massen zugrunde ging, als das Seewasser einströmte.

Einen ganz ähnlichen Siegeszug in das Binnenland hat der Brackwasserpolyp Cordylophora lacustris angetreten, welcher durch die Flüsse bis in das Herz von Zentraleuropa gewandert ist. Er ist in die Seine bis Paris, durch die Elbe bis in die Havelseen und in das Gebiet der Saale, auch weit in den Rhein vorgedrungen. Auch einige andere Cölenteraten zeigen die Neigung, das Süßwasser aufzusuchen. So beobachtet man z. B. die Meduse Craubessa tagi im Tajo bis nach Lissabon aufwärts. Keller fand im Suezkanal und im Timsahsee bei Ismailia eine Rhizostoma und Cassiopeia andromeda. Im Kaiser-Wilhelm-Kanal trat schon sehr bald nach dem Einströmen des Meerwassers in dem brackigen Wasser nach Brandt Aurelia aurita, Cyanea capillata, das Krebschen Mysis vulgaris und viel marines Plankton auf. Die genannten Medusen gehen ja in kleinen Formen auch weit nach Osten in die Ostsee. Nicht wenige Crustaceen marinen Ursprungs finden wir als mehr oder minder dauerhafte Ansiedler im Süßwasser. Schon unter den niederen Vertretern dieser Klasse finden sich Beispiele hierfür. In den Gräben der Pontinischen Sümpfe kommt Sphaeroma fossarum, im Müggelsee bei Berlin eine Corophium-Art vor. Noch häufiger sind Beispiele unter den höheren Krebsen; so stellt die ganze Gattung Palaemon eine Gruppe ganz naher Verwandten der Gattung Leander dar, welche alle im Süßwasser leben, während die letztere ausschließlich das Meer bewohnt. Eine Peneus-Art (P. brasiliensis) findet sich hoch oben in den Flüssen Brasiliens. Ihre ausgesprochene Euryhalinität bewähren viele Grapsiden, so z. B. Arten der Gattungen Grapsus, Sesarma und Varuna, indem sie sowohl im freien Meer als auch im Brackwasser und im reinen Süßwasser leben. Solche Meerestiere verschleppen auch ihre marinen Parasiten ins Süßwasser. So hat Semper in den Bergbächen der Philippinen, in der Kiemenhöhle einer Palaemon-Art eine parasitische Assel (Bopyrus adscendens) entdeckt. Cymothoa amurensis findet sich an Süßwasserfischen des Amur, Aega an solchen der Tropen als Parasit. Zschokke hat gezeigt, daß auch der Lachs seine marinen Parasiten in die Flüsse mitbringt.

Haben wir früher schon viele Fische kennen gelernt, welche auf ihren Wanderungen regelmäßig vom Meer in die Flüsse vordringen, so finden wir auch nicht wenige von ihnen als gelegentliche oder regelmäßige Besucher der Flüsse. Vor allem in den großen Strömen

Digitized by Google

der Tropen und Subtropen gibt es manche Haie und Rochen, welche weit ins Süßwasser vordringen. Sie leben im Ganges; im Jangtsekiang kommen Rochen bis über Hankau hinaus vor. Im Amazonas findet sich Narcine brasiliensis weit von der Mündung; ähnliche Formen wurden im Magdalenenstrom gefangen; andere Arten hat Peters in den Flüssen Ostafrikas gesehen. Im Kapuas auf Borneo wurden entsprechende Funde gemacht, und wo ein größerer tropischer Strom untersucht wird, finden sich weitere in das Süßwasser eindringende Rochen und Haie. Auch in den Flüssen gemäßigter und kalter Zonen finden sich Meeresfische als gelegentliche Einwanderer; so sind z. B. Flunder (Platessa flesus L.) in den Rhein bis nach Straßburg, in die Mosel bis Trier und Metz vorgedrungen; in der Loire hat man sie bis 450 km von der Mündung bei Nevers und selbst im Allier gesehen. Heringe gelangen in die Elbe bis über Hamburg hinaus, in der Oder sind sie über 120 km von der Küste, die Aalmutter (Zoarces viviparus Cuv.) im Havelgebiet bei Spandau angetroffen worden. Cottus-Arten sind vielfach in nordischen Flüssen gefangen worden, so Cottus quadricornis im Jenissei. Blennius ocellatus kommt im Tiber vor; in Nordafrika und Indien gibt es einige an das Leben im Süßwasser angepaßte Syngnathiden. Von dieser Anpassungsfähigkeit der Fische hat man vielfach zu wirtschaftlichen Zwecken Gebrauch gemacht: so werden in den schwedischen Seen Cottus-Arten gezüchtet. In der Vendée hat man Seebarsche, Seezungen und Schollen in Süßwassergräben eingesetzt, wo sie sich gut angepaßt haben und zu bedeutenderer Größe heranwachsen als im Meer. Im Lago d'Arcqua bei Padua züchtet man seit Jahrhunderten den Branzin (Labrax lupus L.) und mehrere Arten von Mugil so erfolgreich, daß sie einen reichlichen Ertrag bringen.

Auch Meeressäugetiere dringen oft weit flußaufwärts; so sind Delphine, wie Phocaena phocaena und Ph. orca, schon in der Elbe bis Magdeburg, im Rhein gar bis Basel, 900 km von der Mündung, in der Themse bis Greenwich, in der Seine bis Paris beobachtet worden; Beluga leucas, der Weißwal, verfolgt die Lachse in den sibirischen Strömen oft weit flußaufwärts.

Gelingt es also manchen Tierarten des Meeres so leicht, sich an das Süßwasser zu gewöhnen, so kann es uns nicht verwundern, daß manche von ihnen vollkommen zu Süßwassertieren geworden sind und keine Repräsentanten mehr im Meer besitzen. So sind die Süßwassermedusen Formen, welche tief im Binnenland vorkommen und keine näheren Beziehungen zu marinen Verwandten haben. Die bekannteste Art ist Limnocodium sowerbyi, welche im Viktoria-Regia-Haus des botanischen Gartens in Kew entdeckt wurde und seitdem sporadisch in vielen botanischen Gärten auftrat, offenbar mit tropisch-amerikanischen Wasserpflanzen eingeschleppt. Im Tanganjikasee kommt eine weitere Form vor, welche wahrscheinlich identisch ist mit denjenigen Medusen, welche man im Niger und anderen süßen Gewässern Afrikas fand (Limnocnida tanganyicae Böhm.). Auch im Fajumsee in Ägypten und im Jangtsekiang (Limnocodium kawaii Oka) wurden Süßwassermedusen entdeckt. In Nordamerika schließlich und vielleicht sogar bei uns in Mitteleuropa kommen solche vor. Die sonst rein marinen chilostomen Bryozoen sind durch wenige Gattungen im Süßwasser vertreten, so durch Hislopia bei Nagpoor in Indien und Norodonia in Cambodscha und China. Außer den schon vorhin erwähnten Arten der Gattung Palaemon sind vor allem unter den Krebsen die Astacidae und die Potamonidae als ausschließlich an das Süßwasser angepaßte Gruppen hervorzuheben. Beide Familien ersetzen sich in den verschiedenen Gebieten der Erde; während Flußkrebse vorwiegend die kalten Regionen beider Hemisphären bewohnen, Europa, Nordasien, Nordamerika einerseits, Chile, Neuseeland, Australien andrerseits und nur vereinzelte Vertreter in den Tropen haben, sind die Flußkrabben vorwiegend Tropen-

Digitized by Google

Abb. 697. Limnocnida tanganjicae (Böhm). Nach Browne. Aus Steuer, Planktonkunde.

Abb. 698. Limnocodium kawaii Oka. Nach Oka. Aus Steuer, Planktonkunde.

bewohner; nur in wenig Arten treten ſie im gemäßigten Klima auf, wie z. B. die italieniſche Flußkrabbe (Potamon fluviatile Fabr. Abb. 332 S. 373), während ſie ſich in den Tropen zu einer erſtaunlichen Formenfülle entwickelt haben und in der alten wie in der neuen Welt durch Hunderte von Arten vertreten ſind. Auch unter den Haien ſind manche zu echten, dauernden Süßwaſſerbewohnern geworden, und zwar nur in den Tropen, ſo Carcharias gangeticus im Ganges, C. nicaraguensis im Nikaraguaſee, Pristis perroteti, ein Sägehai, im Sambeſi, die Rochen Paratrygon und Ellipsurus im tropiſchen Südamerika. Unter den Knochenfiſchen haben ſich auch einige Arten aus ſonſt rein marinen Gruppen zu Süßwaſſertieren umgebildet, ſo unter den Scomberesocidae die Gattung Hemirhamphus in Flüſſen Afrikas und Südamerikas, unter den Atherinen Atherina lacustris der italieniſchen Kraterſeen. Die Aalraupe Lota lota L. iſt der einzige ſüßwaſſerbewohnende Gadide, während unter den Serraniden z. B. ſehr große Arten von Labrax und Lates in Binnengewäſſern leben. Unter den Gobiiden ſind Gobio fluviatilis der europäiſchen Flüſſe und Seen ſowie die tropiſchen Gattungen Eleotris, Sicydium und Latipes hervorzuheben. Von den Cottiden des Süßwaſſers, ſo z. B. den intereſſanten Gattungen des Baikalſees und den mit ihnen verwandten Comephoriden, haben wir ſchon geſprochen. Schließlich wäre auf die Blenniiden (Blennius vulgaris im Mittelmeergebiet, die Formen aus dem See Tiberias vgl. S. 832), die höhlenbewohnenden Zoarciden (Stygicola und Lucifuga, vgl. Abb. 720 S. 885) und auf die wenigen ſüßwaſſerbewohnenden Plektognathen, ſo Tetrodon fahaka im Nil, T. fluviatilis in Indien, T. psittacus in Braſilien hinzuweiſen. Nach Duncker kommen auch einige Lophobranchier im Süßwaſſer vor.

Auch Seeſäugetiere ſind zu ausſchließlichen Süßwaſſerbewohnern geworden; ich erwähne außer den früher genannten Robben (Phoca baicalensis uſw.), die Flußdelphine Inia geoffroyensis und amazonica im Amazonas, Sotalia pallida und Stenodelphis blainvillei in letzterem und dem La Plata, Platanista gangetica im Ganges und Indus, Globiocephalus im Irrawaddi und Sotalia teuszii im Kamerunfluß. Von den Sirenen leben Manatus senegalensis im Senegal und Niger, M. vogelii im Tſchadſee und M. inunguis im Orinoko, Amazonas und anderen ſüdamerikaniſchen Strömen.

Im Süßwaſſer zeigt ſich eine verſchiedene Zuſammenſetzung der Fauna je nach dem Reichtum des Gewäſſers an Salzen im allgemeinen oder an beſtimmten Salzen. Vor allem von Bedeutung iſt der Gehalt an kohlenſaurem Kalk ($CaCO_3$); während er im Kalk-

Digitized by Google

gebiet sehr groß sein kann, sinkt er in Urgesteinsgebieten auf ein Minimum. Das „harte" Wasser der Flüsse aus Kalkgebirgen, z. B. dem Jura oder den bayrischen Alpen, enthält in einem Liter 100—136 mg, der Rhein bei Straßburg 64,6—77 mg, die Bäche im Urgebirg und Buntsandstein z. B. des Schwarzwalds und der Vogesen nur etwa 6—10 mg Kalk. Auch das Wasser der Torfmoore ist sehr kalkarm; denn Kalk verhindert das Wachstum des Torfmooses Sphagnum. Die sphagnophile (Torfmoor-)Fauna besteht fast ausschließlich aus mikroskopisch kleinen Tieren. So kommen die Rhizopoden Nebela und Ditrema, die Flagellaten Cyclonexis, Chlorodesmus, Chrysophaerella, die Rotatorien Copeus, Microdites, Anuraea serrulata, die Cladoceren Holopedium, Drepanothrix und Streblocerus nur in kalkarmem Wasser vor. Sehr eigenartig ist die Tatsache, daß diejenige Süßwassermuschel, welche die stärksten Kalkschalen absondert, die Flußperlmuschel (Margaritana margaritifera) im kalkarmen Wasser der Urgebirge (Böhmerwald, Bayrischer Wald, Spessart, Fichtelgebirge) lebt, während Unio und Anodonta kalkreiches Wasser brauchen. Erstere wachsen jahrzehntelang ganz langsam und entziehen in dieser Zeit dem Wasser die minimalen Kalkmengen, die es enthält. Ja, kalkreiches Wasser läßt die Perlmuschel überhaupt nicht gedeihen; es gelingt nicht, sie in solchem zu züchten. Unio und Anodonta dagegen wie alle anderen unserer einheimischen Süßwassermollusken bilden im kalkarmen Wasser abnorm dünne, zerbrechliche, oft an der Oberfläche korrodierte Schalen. Einige Gastropoden kalkarmer Gewässer haben sogar nach Zschokke die Neigung, die ältesten Windungen ihres Gehäuses aufzulösen, um das gewonnene Material am Rand zu verwerten. Nach Clessin ist es die Humussäure, welche im kalkarmen Wasser die Nabelgegend der Muschelschalen, z. B. von Unio, angreift. Nach diesem Autor werden bei Unio im kalkreichen Donauwasser der Regensburger Gegend ganz andere Varietäten erzeugt als im kalkarmen Wasser der Naab und des Regen. Trotz des relativ so viel beträchtlicheren Kalkreichtums im Süßwasser (vgl. S. 824) bildet kein Süßwassertier so gewaltige Skelettmassen wie die Korallen, Röhrenwürmer, Bryozoen und Mollusken des Meers vor allem der Tropen, ja die Süßwasserbryozoen haben im Gegensatz zu ihren marinen Verwandten kalkfreie Skelette.

Schon Semper konnte im Jahre 1880 eine lange Liste von Süßwassertieren, die in das Meer eindringen, anführen. Wir wollen aus der noch bedeutenderen Fülle von Arten, von denen wir heute wissen, daß sie gelegentlich im Meerwasser gefunden werden, obwohl im allgemeinen Meerestiere leichter ohne Schaden zu nehmen ins Süßwasser eindringen als umgekehrt, nur einige wenige Fälle herausgreifen. Zunächst wären einige Würmer hervorzuheben, und zwar Vertreter der sonst ausschließlich im Süßwasser lebenden rhabdozoelen Turbellarien und Oligochaeten, so z B. Microstomum lineare, welches in der Ostsee, Tubifex papillosus Clap. und Ctenodrilus pardalis Clap., welche im Atlantischen Ozean beobachtet wurden. Nicht nur in der Ostsee, sondern auch in allen möglichen stark salzhaltigen Lagunen hat man Süßwasserkrustazeen gefunden und zwar nicht nur Arten von Gammarus und Asellus, sondern auch Kopepoden und Cladoceren. Selbst Flußkrebse sollen in gewissen Teilen der Ostsee vorkommen. Auch eine ganze Anzahl von Insekten und Insektenlarven, z. B. von Chironomus, Culex und Anopheles, sowie Stegomyia können bisweilen im Meere leben. Eine meerbewohnende Larve einer Köcherfliege (Phryganee) ist von Neuseeland bekannt. Unter den Mollusken sind es Arten von Cyclas, Unio und Anodonta sowie Limnaea auricularia, L. ovata, Neritina fluviatilis, Physa und Paludina, welche man im östlichen Teil der Ostsee mit Meeresmollusken zusammen angetroffen hat. 22 Arten von Süßwasserfischen kommen in der Ostsee vor, welche mehr oder weniger weit in das Gebiet des salzhaltigen Wassers vordringen, so Barsche, Hechte, Zander, Aale, Stichlinge.

Digitized by Google

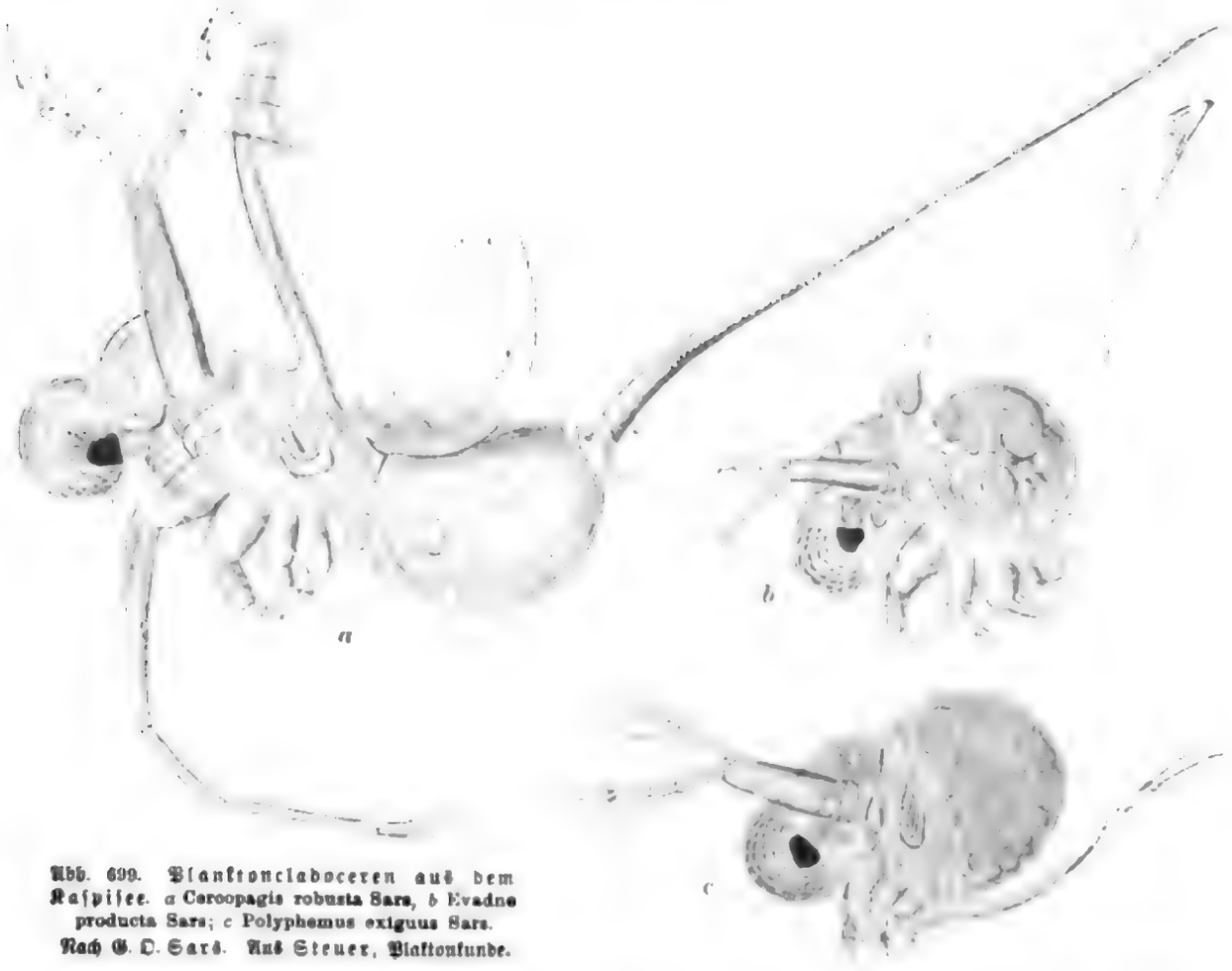


Abb. 699. Planktoncladoceren aus dem Kaspisee. *a* Cercopagis robusta Sars, *b* Evadne producta Sars; *c* Polyphemus exiguus Sars. Nach G. O. Sars. Aus Steuer, Planktonkunde.

Dazu kommen noch viele Planktontiere, so Protozoen, Kopepoden, Cladoceren, Ostrakoden usw. Alle diese Tiere müssen natürlich euryhalin sein; sie kommen nur da fort, wo der Salzgehalt des Meerwassers verringert ist. In vielen Fällen kommen sie im Meerwasser nicht zu einer normalen Fortpflanzung. Es wird zwar angegeben, daß im östlichen Teil der Ostsee Frösche laichen; diese Angaben sind aber unbestätigt und beziehen sich vielleicht auf vollkommen ausgesüßte Strandtümpel. Sie sollen allerdings noch bei 0,1% Salzgehalt laichen.

Von solchen Formen sind natürlich die Abkömmlinge von typischen Süßwasserformen zu unterscheiden, die sich vollkommen an das Leben im Meer angepaßt haben. Es sind ihrer nicht allzu viele. Außer einigen Arten der Schneckengattung Neritina wären nur einige Insekten und Insektenlarven, anzuführen. Von den Insekten hebe ich vor allem die Arten der Gattung Halobates hervor; es sind das an der Oberfläche schwimmende Meereswanzen, welche in vielen Arten über alle Ozeane verbreitet sind. Mit ihren langen Ruderbeinen huschen sie auf dem Meeresspiegel umher und finden sich oft Hunderte von Kilometern vom Land entfernt (vgl. S. 790 und Abb. 666).

Bei der Besprechung der Reliktenseen haben wir auch solche kennen gelernt, deren Wasser stark salzhaltig ist. Wir haben von solchen Seen gehört, daß sie marine Tierformen beherbergen; vielfach leben in ihnen aber auch Tiere, welche zu typischen Süßwassergruppen gehören. So finden sich z. B. im Kaspischen Meer außer jenen Formen von rein marinem Gepräge auch Cladoceren, z. B. neben mehreren Arten der meist für ausschließlich marin erklärten

Digitized by Google

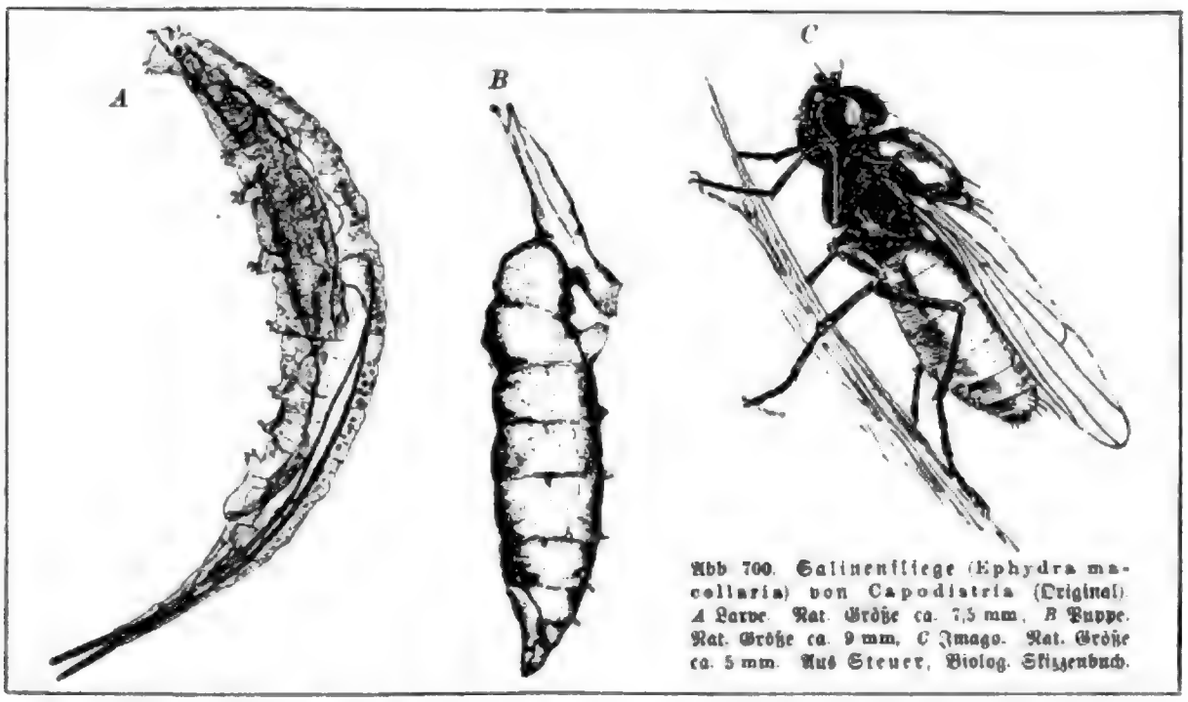


Abb 700. Salinenfliege (Ephydra macellaria) von Capodistria (Original). *A* Larve. Nat. Größe ca. 7,5 mm. *B* Puppe. Nat. Größe ca. 9 mm. *C* Imago. Nat. Größe ca. 5 mm. Aus Steuer, Biolog. Skizzenbuch.

Gattung Evadne, die Süßwaſſergattung Polyphemus, die endemiſche Gattung Cercopagis, nahe mit Bythotrephes verwandt (vgl. Abb. 699), Mollusken, höhere Krebſe z. B. Astacus-Arten, ferner von Knochenfiſchen Karpfen, Hecht, Barſch, Zander und Schlammbeißer (Cobitis). Auch zahlreiche Waſſerinſekten und Inſektenlarven kommen dort vor. Die kombinierte Fauna dieſes Binnengebietes verdankt eigenartigen Kompromiſſen ihre Exiſtenz; Meerwaſſer- wie Süßwaſſertiere ſind ſich in der Anpaſſung auf halbem Wege entgegengekommen, dazu treten echte Brackwaſſerformen.

Solche Binnenſeen können beſonders in heißen Klimaten infolge der Verdunſtungswirkung eine Salzkonzentration aufweiſen, welche weit über diejenige des Meeres hinausgeht. Erreicht ſie nicht einen allzu hohen Betrag, ſo enthalten die Salzſeen ſtets eine eigenartige Fauna. Selbſt in ſehr ſalzigen Seen, wie z. B. dem Toten Meer oder dem großen Salzſee in Utah, können ſich nach ſtarken Regengüſſen in den Buchten oder an der Oberfläche die geeigneten Bedingungen einſtellen, welche mancherlei Salztieren ſich zu entwickeln erlauben. Umgekehrt bilden ſich in ſolchen ſchwach ſalzigen Binnenſeen, wie dem Kaſpiſchen Meer, in Buchten und Lagunen Regionen von geſteigerter Salzkonzentration aus, in denen wiederum Salztiere gedeihen können. Solche Salzſeen gibt es in allen Erdteilen. Nur wenige ſind genauer erforſcht worden; wir wiſſen einiges über die Fauna des großen Salzſees und einiger anderer ähnlicher Gewäſſer in Nordamerika; in Afrika hat man den Natronſee in Ägypten und einige Steppenſeen des Tropengebietes unterſucht; in Aſien hat außer dem Kaſpiſchen und Aſowſchen Meer eine Reihe von Salzſeen Perſiens die Aufmerkſamkeit der Forſcher auf ſich gelenkt. Nirgends iſt aber eine ſyſtematiſche Erforſchung der Fauna gründlich durchgeführt worden.

Etwas mehr weiß man über die Tiere, welche in ſalzreichen Lagunen, beſonders ſolchen, die als Salinen ausgenützt werden, vorkommen. So gibt es eine Anzahl von Unterſuchungen über die Tierwelt der Salinen von Capodiſtria und Saſſari und über einige ſüdfranzöſiſche Salinen. Sie beherbergen vielfach die gleiche Fauna wie die vorhin erwähnten Salzſeen; dieſelben und ganz ähnliche Formen finden ſich in den nicht vom Meere abſtammenden ſalzigen Gewäſſern des Binnenlandes. In der Umgebung großer Steinſalz-

Digitized by Google

Abb. 701. Kuprinodont (Zahnkärpfling) Lebias calaritanus aus den Salinengräben von Capodistria. Etwas vergrößert. Aus Steuer, Biolog. Skizzenbuch.

lager sind oft Tümpel, Seen und Bäche von stark salzhaltigem Wasser erfüllt. Alle die erwähnten salzigen Gewässer haben das gemeinsam, daß in ihnen der Salzgehalt oft beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. Je nach dem Reichtum an Salz schwankt der Reichtum der Fauna sehr erheblich. In Gewässern, deren Salzgehalt nicht sehr beträchtlich ist, können eine ganze Menge von Süßwassertieren sich heimisch machen.

In neuester Zeit haben A. Thienemann und Robert Schmidt die Salzwassertierwelt Westfalens einer genauen Untersuchung unterzogen. Sie kamen zu dem Resultat, daß bei einem Salzgehalt von etwa $2^1/_2\,\%$ die Tierwelt noch recht mannigfaltig war. Die große Artenzahl war dadurch bedingt, daß sich viele Gäste aus dem Süßwasser vorfanden, welche die genannten Autoren als *haloxene* Tiere bezeichnen. Es waren dies vor allem Fliegenlarven, Nepa, Sialis, Agrioniden, Limnophiliden, Gammarus, Hydryphantes, Chydorus sphaericus, Simocephalus vetulus, Cyclops serrulatus, Limnaea ovata. Dazu kamen in diesem schwachsalzigen Wasser eine Anzahl Formen von großer Anpassungsfähigkeit, euryhaline Tiere, welche auch im Süßwasser vorkommen, aber im Salzwasser auch bei etwas höheren Konzentrationen vorzüglich zu gedeihen scheinen. Diese *halophilen* Tiere, wie die Verfasser sie nennen, unterscheiden sich von den haloxenen darin, daß sie oft in großen Individuenmassen auftreten, während jene bei großer Arten- durch eine geringe Individuenzahl auffallen. Von solchen halophilen Tieren fanden sie in Westfalen unter vielen anderen den großen und kleinen Stichling (Gasterosteus aculeatus und pungitius), zahlreiche Fliegenlarven, z. B. von Dicranomyia modesta, Symplecta stictica, Culex dorsalis, Limosina limosa und fontinalis; dazu die Krebse Cyclops bicuspidatus und C. bisetosus sowie den Wurm Lumbricillus lineatus.

Als dritte Gruppe unterscheiden die Verfasser die *Halobien*. Wir erwähnen aus ihrer Liste folgende Insekten: die Fliegen Ephydra micans, E. riparia, E. scholtzi, den Käfer Ochthebius marinus, dazu das Rädertier Brachionus mülleri. Für die Halobien ist charakteristisch, daß sie normalerweise nur im Salzwasser leben, höchstens ausnahmsweise sich im Süßwasser finden; auch sie sind häufig durch großen Individuenreichtum, jedoch relative Artenarmut ausgezeichnet.

Steigt in einem Gewässer der Salzgehalt bis zu einer Konzentration von etwa $10\,\%$, so sinkt die Artenzahl stark herunter. Das kommt daher, daß zunächst die haloxenen Formen verschwinden. Thienemann gibt an, daß bei Konzentrationen bis zu $6\,\%$ von ihnen noch die Larve der Schmeißfliege Musca vomitoria, die Krebschen Chydorus sphaericus, Simocephalus vetulus, bis zu $10\,\%$ Stechfliegenlarven (Culex pipiens) vorkommen. Es dominieren Halophile und Halobien, die oft in ungeheurer Individuenzahl auftreten.

Abb. 702. Dunaliella salina. Stark vergrößert. Nach Hamburger aus Steuer, Biolog. Skizzenbuch.

Wächst die Salzkonzentration noch weiter bis auf 12 oder gar $16\,\%$, so wird die Zahl der vorhandenen Tierarten immer geringer. Bei $16\,\%$ fanden sich nur noch echte Halobien, und zwar in Westfalen noch ungeheure Mengen der Larven von Ephydra (vgl. Abb. 700). Auch diese gehen bei $20\,\%$ Salzgehalt an Zahl sehr stark zurück; bei $22\,\%$ fand sich im Salzwasser überhaupt kein Leben. Das gilt aber nicht für alle Gegenden der Erde. So hat z. B. Suworow in einem asiatischen Salzsee bei einem Salzgehalt von

Digitized by Google

28,53 % noch Oligochaeten, den Kopepoden Canthocamptus sp. und Chironomidenlarven gefunden.

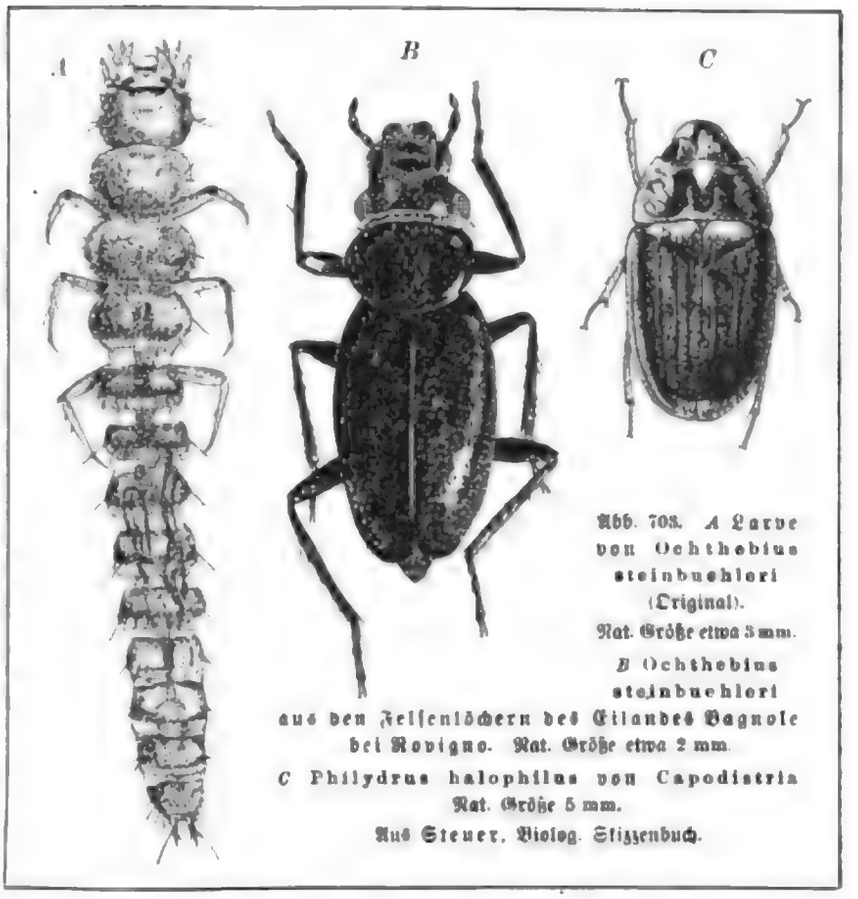


Abb. 703. *A* Larve von Ochthebius steinbuehleri (Original). Nat. Größe etwa 3 mm. *B* Ochthebius steinbuehleri aus den Felsenlöchern des Eilandes Bagnole bei Rovigno. Nat. Größe etwa 2 mm. *C* Philydrus halophilus von Capodistria Nat. Größe 5 mm. Aus Steuer, Biolog. Skizzenbuch.

Überhaupt ist offenbar die Salzwasserfauna der nördlichen Gebiete ärmlicher als diejenige heißerer Zonen. So ist schon das Tierleben in den Salinen im Mittelmeergebiet ein viel reicheres. Steuer beschreibt z. B. aus den Salinen von Capodistria außer Ephydra-Arten den euryhalinen Fisch Lebias (Abb. 701) und den westfälischen Formen ähnliche Käfer, wie z. B. Ochthebius corrugatus (vgl. Abb. 703 A u. B) und Philydrus halophilus (Abb. 703 C) einige jener typischen Salinentiere, welche durch ihr massenhaftes Vorkommen das ganze Wasser, und zwar meistens rot färben. Es sind dies ein Flagellat Dunaliella salina (Abb. 702) und der bekannte Phyllopode Artemia salina (Abb. 704 A). Diese letztere Form, welche in Deutschland bisher nur an einem Fundort entdeckt ist, spielt in den Salzseen des Mittelmeergebiets, Südrußlands, Nordafrikas und Westasiens eine sehr große Rolle. Mit ihr verwandte Formen sind die auffälligsten Bewohner des großen Salzsees und ähnlicher Wasseransammlungen in den verschiedenen Teilen der Erde. Auch im Natronsee in Ägypten kommen neben Kopepoden, Daphniden und Fliegenlarven Artemien vor. In Seen von höchstem Salzgehalt, wie dem Toten Meer und dem großen Salzsee in Utah, erlischt außer nahe der Einmündung der Zuflüsse jegliches Leben, um nur gelegentlich nach Regenfällen in einzelnen Buchten zur Entwicklung zu gelangen.

Sehr bemerkenswert ist die große Verbreitung vieler Salzwassertiere. Nicht nur finden wir manche Arten weithin auf der Erdoberfläche vertreten, sondern wir können auch feststellen, daß neu sich bildende salzige Gewässer in relativ sehr kurzer Zeit von einer reichen Fauna besiedelt werden. In diesem Zusammenhang ist ein Blick auf die eigentümliche Fauna der Felsenlochtümpel an der Felsenküste der Adria von Interesse. Steuer hat eine Skizze dieser Lebensgemeinschaft von ausgesprochen euryhalinen Tieren gegeben. Ähnlich wie die salzigen Gewässer Deutschlands sind diese Tümpel großen Schwankungen des Wasserstandes und im Zusammenhang damit des Salzgehaltes je nach Regenzeit und Dürre ausgesetzt. So finden wir denn in diesen Felsenlöchern eine Fauna, die gar nicht so sehr verschieden von derjenigen der Salzgewässer Westfalens ist. Steuer fand in ihnen den Kopepoden Tigriopus fulvus var. adriatica, Ostrakoden (Muschelkrebschen), Asellus, die Käfer Ochthebius steinbühleri (Abb. 703 A u. B) und adriaticus und Mückenlarven

Digitized by Google

von Culex dorsalis und annulipes ſowie Larven von Chironomus aus der Verwandtſchaft von Ch. plumosus.

Fragen wir uns nun, welchen Einfluß der Aufenthalt im verſchieden ſalzhaltigen Medium auf die Organiſation und die Lebenserſcheinungen der erwähnten Tiere ausübt, ſo müſſen wir zugeben, daß wir hierüber noch ſehr wenig exakte Kenntniſſe haben. Wahrſcheinlich müſſen die euryhalinen Tiere ganz beſonders geartete Körpermembranen beſitzen, welche dem raſchen Durchtritt der Flüſſigkeiten Widerſtand entgegenſetzen. Kiemenepithelien und Haut, wohl auch die Darmſchleimhaut, müſſen eine beſondere Beſchaffenheit haben. Es iſt dies noch in keinem Fall ſichergeſtellt. Siedlecki hat allerdings bewieſen, indem er Stichlinge in Zuckerlöſung, Glyzerin uſw. brachte, daß ſie gegen osmotiſche Wirkungen ſehr widerſtandsfähig ſind. Seine Annahme, daß der Schleimüberzug von Haut und Kiemen der Schutz gegen die osmotiſchen Wirkungen ſei, iſt nicht mit Sicherheit bewieſen. Jedenfalls müßten die euryhalinen Arthropoden durch andere Mittel geſchützt ſein (vgl. hierzu auch S. 828).

Ein wichtiger Unterſchied zwiſchen Süßwaſſer- und Meerestieren ſcheint auch in der von Rogenhofer feſtgeſtellten verſchiedenen Größe ihrer Nierenorgane zu liegen; Aſſeln, Flohkrebſe und zehnfüßige Krebſe haben im Süßwaſſer größere Schalen- bzw. Antennendrüſen als im Meer. Vermutlich liegt eine erhöhte Funktion dieſer Drüſen vor, welche beſtändig das in den Körper diffundierte Waſſer wieder hinausſchaffen müſſen.

Der Aufenthalt im Süßwaſſer hat jedenfalls auf die Entwicklung der Tiere einen charakteriſtiſchen Einfluß. Die Mehrzahl der marinen Tiere beſitzt eine komplizierte Entwicklung, in welche Larvenſtadien eingeſchaltet zu ſein pflegen. So tritt ſie uns entgegen bei Coelenteraten, Würmern, Bryozoen, Mollusken, Cruſtaceen, zum Teil ſogar Fiſchen. Die Süßwaſſertiere beſitzen jedoch vielfach, ähnlich den Meerestieren der kalten Zonen und der Tiefſee, eine abgekürzte Metamorphoſe; auch tritt bei ihnen relativ häufig Lebendgebären auf. Vielfach können wir ſpezielle Lebensverhältniſſe für die Beſonderheiten der Entwicklungsgeſchichte verantwortlich machen, ſo z. B. die Neigung der Gewäſſer zum Austrocknen, deren raſche Strömung uſw. Aber dieſe Erklärungen geben uns keinen Anhaltspunkt über die Urſachen, welche bei dieſen Veränderungen wirkſam waren. In einzelnen Fällen ſcheint die Salzkonzentration einen direkteren Einfluß zu haben. So beſitzen die ſüßwaſſerbewohnenden dekapoden Krebſe, z. B. die Aſtaciden (Flußkrebſe) und Potamoniden (Flußkrabben), große dotterreiche Eier und im Zuſammenhang damit eine vollkommen abgekürzte Metamorphoſe. Nun gibt es einige euryhaline Dekapoden, welche ſowohl im Süßwaſſer wie im Brackwaſſer vorkommen, z. B. die Garnele Palaemonetes varians. Nach den intereſſanten Unterſuchungen von Boas hat die Süßwaſſerform Eier vom achtfachen Volumen derjenigen der Brackwaſſerform; aus ihnen kriechen die Jungen in einem weit fortgeſchritteneren Zuſtand als bei der letzteren. Auch bei im Süßwaſſer laichenden Verwandten mariner Fiſche, z. B. Syngnathiden, wie denn überhaupt bei allen echten Süßwaſſerfiſchen, ſind die Eier durch Größe und Dotterreichtum ausgezeichnet.

Auch bei den Fiſchformen, welche in Nord- und Oſtſee gleichzeitig vorkommen, ſind die Eier in der Oſtſee größer und zwar im ausgeſüßten Waſſer der öſtlichen Oſtſee noch größer als in der weſtlichen. Die Eier der Scholle (Pleuronectes platessa) meſſen bei 19,45 ‰ Salzgehalt durchſchnittlich 1,876 mm im Durchmeſſer, bei 17,3 ‰ 1,901 mm, bei 15,68 ‰ 1,953 mm; die Eier der Seequappe (Motella cimbria) haben in der weſtlichen Oſtſee einen Durchmeſſer von 0,82—1,07 mm, in der öſtlichen dagegen von 1,07—1,26 mm. So iſt es denn nicht unwahrſcheinlich, daß das Süßwaſſer direkt eine Vergrößerung der Eier bewirkt und damit eine Verkürzung oder ein Ausbleiben der Metamorphoſe zur Folge

Digitized by Google

hat. Die Vergrößerung der Eier hat noch eine weitere wichtige Folge: der Dotterreichtum bedeutet eine Aufspeicherung von Nährsalzen enthaltender Nahrung für den Embryo. Die kleinen Eiern entstammenden Larven der Meerestiere entnehmen die Salze während der Entwicklung dem Meerwasser. Im Süßwasser ist zu diesem Zweck nicht genügend an Salzen gelöst enthalten. Somit konnten also nur solche Tiere ins Brackwasser und von da ins Süßwasser eindringen und sich da halten, welche die Fähigkeit hatten, auf die Verdünnung der Salzlösung durch Vergrößerung der Eier zu reagieren.

Durch die interessanten Untersuchungen von Herbst ist bekannt geworden, daß die Eier der Seeigel gewisse der im Meerwasser enthaltenen Salze zur normalen Entwicklung unbedingt brauchen. So konnte er zeigen, daß beim Mangel fast jedes einzelnen der Salze die Entwicklung bald stehen bleibt, pathologische Produkte liefert usw. Kaum ein Bestandteil des Meerwassers ist durch eine ähnliche Verbindung ersetzbar. Beim Mangel an Kalk weichen die Furchungszellen auseinander, so daß kein Embryo entsteht. Tritt der Kalkmangel später ein, so bilden sich skelettlose Larven. Nach Maas entwickeln sich die Larven von Kalkschwämmen in kalkfreiem Meerwasser zu skelettlosen Schwämmchen oder richtiger zu solchen mit rein organischen Nadelgebilden. Ältere Schwämme vernichten unter solchen Umständen ihre Nadeln und verbrauchen den so gewonnenen Kalk. Ähnliche abnorme Entwicklungsvorgänge sind bei Mangel bestimmter Salze auch bei anderen tierischen Eiern anzunehmen (vgl. auch S. 837 die Angaben über Mollusken kalkarmen Süßwassers).

Bei Zusatz von Metallsalzen, die im Meerwasser nicht vorkommen, so von Lithiumverbindungen, wurde die Entwicklung der Seeigel in einer merkwürdigen Weise abgeändert. Es entstanden Larven mit nach außen gestülptem Darm, die zu weiterer Entwicklung unfähig waren.

Ungeeignete Zusammensetzung des Wassers wird also im allgemeinen eine auslesende bzw. ausrottende Wirkung auf die Tierwelt ausüben. So gehen an den Küsten und an Flußmündungen Unmengen von Planktontieren zugrunde, eine willkommene Nahrungsquelle für die Tiere des Benthos. In einzelnen Fällen scheinen auch Abänderungen durch den Einfluß des Salzgehalts verursacht zu werden. Wir erwähnten früher schon die Verkleinerung, welche Meerestiere in salzarmem Wasser erfahren. Es scheinen auch Änderungen der Form des ganzen Tieres vorzukommen. Bateson glaubt bei Cardium edule in eintrocknenden innerasiatischen Seen fortschreitende Veränderungen in Form, Dicke und Farbe der Schale gefunden zu haben, die er mit dem steigenden Salzgehalt des Wassers in Verbindung zu bringen geneigt ist. Viel Beachtung fanden seinerzeit die Angaben von Schmankewitsch, daß durch Verdünnung der Salzlösung die Salinenphyllopode Artemia salina in Artemia mühlhauseni und diese in Süßwasser in Branchipus stagnalis umzuwandeln sei. Diese Annahmen sind neuerdings von Samter und Heymons auf Grund ihrer Untersuchungen als zu weit gehend zurückgewiesen worden. Sie kamen zu dem Resultat, daß Artemia eine große Variabilität zeigt. Tatsächlich zeigen in schwach salzigem Wasser alle Variationen eine Annäherung an die Branchipus-Formen, in stark salzigem eine Entfernung von ihr. In letzterem nimmt im allgemeinen die Körperlänge ab, die Beborstung wird schwächer, während in schwächer salzigem Wasser mit steigender Körperlänge letztere zunimmt. Wenn also auch ein Einfluß des Salzgehalts auf den Bau des Tieres unverkennbar ist, so ist noch ein großer Weg davon bis zur Überführung einer Art oder gar einer Gattung in eine andere. In freier Natur werden übrigens manchmal Artemia-Formen im Süßwasser (z. B. Calaonella dybowskii im Branasee auf Chersо Abb. 704 B), umgekehrt Branchipus-Formen im Salzwasser gefunden (Branchipus ferox und spinosus).

Ähnliche geringe Formänderungen treten uns bei wechselndem Salzgehalt, z. B. in

Digitized by Google

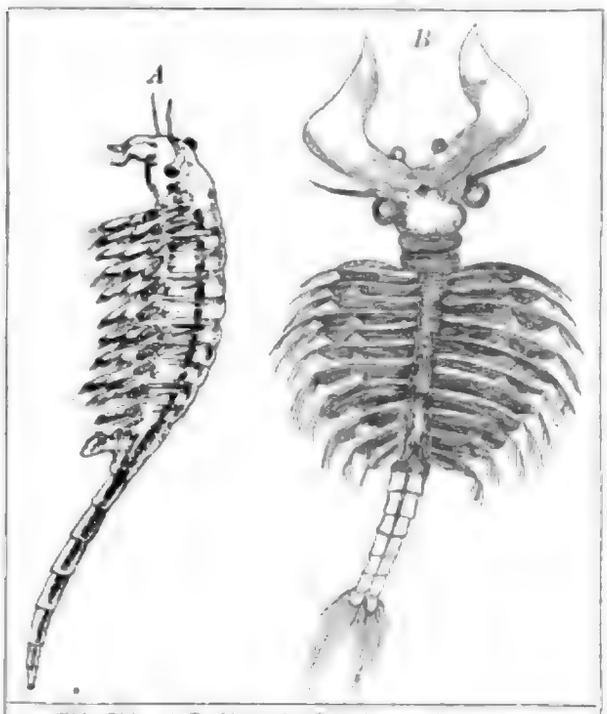


Abb. 704. *A* Salinenkrebs (Artemia salina) ♀ aus Capodiſtria. Nat. Größe 10 mm. *B* Calaonella dybowskii ♂ aus dem Branaſee auf der Inſel Cherſo. Nat. Größe 5,5 mm. Nach Grochowski. Aus Steuer, Biolog. Skizzenbuch.

Form von zykliſchen Variationen bei Peridineen, Rotatorien, Kruſtazeen entgegen. Da ſie aber meiſt mehr im Zuſammenhang mit Temperatureinflüſſen aufzutreten ſcheinen, ſo ſind ſie erſt in einem ſpäteren Kapitel behandelt.

Der Eintritt ins Süßwaſſer hat bei Meerestieren offenbar infolge der ungünſtigeren Lebensbedingungen vielfach eine Verkleinerung der Körpergröße zur Folge. Wir haben das oben von den Oſtſeetieren (S. 830) gehört. Stichlinge, Cordylophora ſind im Süßwaſſer kleiner als im Brackwaſſer. Der Lachs wird im Süßwaſſer nur ſo groß wie die Forelle, um erſt im Meer ſein rapides Wachstum zu beginnen.

Schließlich ſei noch auf die Abhängigkeit der Tierwelt von organiſchen Beimiſchungen zum Waſſer hingewieſen. Im Waſſer, beſonders im Süßwaſſer, finden ſich oft in freier Natur Anſammlungen zerfallender organiſcher Subſtanz. An ſolchen Stellen, z. B. in Teichen und Tümpeln, in denen Blätter und andere Pflanzenſtoffe faulen, bildet ſich vielfach Schwefelwaſſerſtoff, Methan uſw., und Sauerſtoff fehlt in freiem Zuſtande, da er durch die entſtehenden Zerfallprodukte gebunden wird. Dort können alſo nur Tiere von der Art der ſapropeliſchen Fauna leben, die wir früher ſchon S. 260 erwähnt haben. Die Amöbe Pelomyxa palustris, viele Infuſorien, die Rotatorien Diplois und Atrochus, Gaſtrotrichen und Nematoden ſind charakteriſtiſche Bewohner ſolchen ſauerſtofffreien Mediums. Eine ganz charakteriſtiſche Fauna erfüllt ſolche Bäche und Flüſſe, welche durch die Abwäſſer menſchlicher Siedlungen und Fabriken verunreinigt werden. Die Infuſorien Paramaecium, Colpidium, Carchesium, die Würmer Tubifex und Limnodrilus, Nematoden, die Larven der Fliegen Eristalis, Psychoptera, Psychoda und Chironomiden kommen da in Mengen vor. Andere Formen, welche reines Waſſer lieben, fehlen an ſolchen Orten. Neuerdings hat man ganz ſyſtematiſch die Fauna der verunreinigten Gewäſſer erforſcht und iſt ſchon zu wirtſchaftlich ſehr bedeutſamen Reſultaten gelangt, welche es z. B. geſtatten, aus der Zuſammenſetzung der Organismenwelt eines Gewäſſers den Grad und die Gefährlichkeit ſeiner Verunreinigung, ja oft die Art der verunreinigenden Stoffe zu erkennen.

Das Aufſuchen bzw. Vermeiden eines Mediums von beſtimmter Zuſammenſetzung wird bei den Tieren offenbar auch durch zwangsmäßige Bewegungen bewirkt. Wir bezeichnen die Orientierung bzw. Bewegung zu einem Diffuſionszentrum und von ihm weg als Chemotropismus. Er iſt noch bei relativ wenig Tieren exakt unterſucht. Aus den vorliegenden Unterſuchungen ergibt ſich jedenfalls, daß — auf welchem Wege können wir hier nicht näher erörtern — gewiſſe Tiere dem Diffuſionszentrum einer chemiſchen Subſtanz auf direktem oder indirektem Weg zuſtreben (poſitiver Chemotropismus), während andere ſich von ihm wegbegeben (negativer Chemotropismus). Chemotropismus ſpielt eine große Rolle beim Nahrungserwerb ſowie im Fortpflanzungsleben der Tiere.

Digitized by Google

13. Kapitel.

Die Quantität und Qualität der Nahrung.

Für alle Tierarten gibt es ein Optimum des Nahrungsquantums, bei dem sie am besten gedeihen. Meist ist dies durch die Organisation und die Instinkte bestimmt. In der Freiheit pflegen sich Tiere nicht zu überfressen. Während manche Formen geradezu kontinuierlich fressen können, haben andere die Gewohnheit, nach der Aufnahme einer reichlichen Mahlzeit eine lange Pause eintreten zu lassen, ehe sie wieder fressen. Während unter den Vögeln und Säugetieren die Insektenfresser kaum einige Stunden ohne Nahrungsaufnahme zu leben vermögen, können viele niedere Tiere, Insekten, Fische, selbst Amphibien und Reptilien, sehr lange hungern. Riesenschlangen, gewisse Eidechsen und Schildkröten können Monate, ja erstere mehr als ein Jahr ohne Futter leben. Diese Fähigkeit des Hungerns beruht auf verschiedenen Grundlagen. Zunächst kommt da die Intensität des Stoffwechsels in Betracht. Hochstehende Warmblüter können im allgemeinen viel weniger lange hungern als Kaltblüter. Auch spielt das Volumen und die Oberfläche des Körpers eine wichtige Rolle. Jene empfindlichen insektenfressenden Vögel und Säugetiere, wie Finken und Fliegenfänger, Spitzmäuse und Maulwürfe gehören zu den kleinen Vertretern ihrer Gruppen. Reservesubstanzen, die im Körper aufgespeichert sind, wie Glykogen, Fette usw., können vielen Tieren über Hungerperioden hinweghelfen. Vor allem kommen aber jene merkwürdigen Zustände herabgesetzten Stoffwechsels in Cysten und anderen Dauerformen, im Winter- und Sommerschlaf in Betracht. Bei solchen Tieren wechseln Perioden starker Nahrungsaufnahme mit solchen des vollkommenen Hungerns, ohne daß sie davon irgendeinen Schaden erlitten. Wir haben aber auch von Tieren der verschiedensten Gruppen schon gehört, daß sie z. B. zur Fortpflanzungszeit hungern, und zwar lange Zeit, ohne einen besonderen Schutz in dieser Zeit zu besitzen. Ich erinnere nur an die Lachse (S. 530) und andere Fische (S. 627) und an die Pelzrobben (S. 476). Von den langen Futterpausen der Blutsauger (S. 203), der Riesenschlangen war ebenfalls schon die Rede, so auch von den Männchen mancher Tiere und vor allem jenen Insekten, die im Imagozustand gar nicht fressen. Hungernde Tiere verbrauchen von ihren Körpersubstanzen, und zwar zunächst die Reservesubstanzen. Bei lange anhaltendem Hunger zehren die Tiere aber auch von ihren eigenen Geweben. Bei höheren Tieren tritt frühzeitig infolge von zentralen Störungen der Tod ein. Und zwar geschieht dies bei Säugetieren bei Gewichtsabnahme auf $^1/_2$ bis $^3/_5$; niedere Tiere dagegen können vorher auf $^1/_2$, $^1/_3$, ja selbst $^1/_5$ des ursprünglichen Gewichts zurückgehen. Bei niederen Tieren, z. B. Coelenteraten und Strudelwürmern, können wir eine weitgehende Auflösung der eigenen Körperzellen konstatieren, welche zu einer Verkleinerung der Tiere führen. Dabei werden die Geschlechtsorgane sehr früh, das Nervensystem zuletzt angegriffen. Also zuerst werden die weniger lebenswichtigen Bestandteile zerstört.

Wenn Tiere dauernd in Verhältnissen leben müssen, in denen ihnen zu wenig Nahrung zur Verfügung steht, so leiden sie Schaden; sie sind geschwächt, ihre Lebensäußerungen sind herabgesetzt.

Besonders deutlich zeigt sich die Wirkung des Hungerns auf die Entwicklungs- und Wachstumsstadien der Tiere. Sie bleiben im Zuwachs unter solchen Umständen zurück, entwickeln sich zu Zwergformen, bei denen auch oft nicht alle Organe ihre normale Entfaltung erfahren. Ich erinnere nur an die zwerghaften Hilfsweibchen der Hummeln, welche bei ge-

Digitized by Google

ringer Nahrung sich entwickelt haben. Die Größendifferenzen der Individuen von Insekten, z. B. Käfern, Dipteren, Schmetterlingen im Imagozustand sind auf verschieden starke Ernährung im Larvenzustand zurückzuführen; denn bekanntlich wachsen die holometabolen Insekten nach der Metamorphose nicht mehr. Auch bei Krebsen sehen wir, z. B. bei Dekapoden, nicht selten zwerghafte Vertreter einer Art in die Fortpflanzung eintreten. Wenn also ein gewisses Minimum von Nahrung noch erreicht ist, so gelangen die Tiere zur Geschlechtsreife und pflanzen sich fort. Unter einem gewissen Minimum wird aber auch die Geschlechtsreife nicht erreicht und die Tiere gehen oft in verkümmertem Zustande zugrunde.

Reichliche Nahrung fördert dagegen natürlich das Gedeihen der Tiere; mit der Zunahme der Ernährungsmöglichkeit steigt zunächst die Fruchtbarkeit und damit die Individuenzahl der Arten. Nach Hudson haben in Südamerika die Geier enorm zugenommen, seit die Viehherden und die Großschlächtereien dort eine so große Rolle spielen. Die in anderen Erdteilen eingeführten europäischen Haustiere, welche bei reichlicher Nahrung vorzüglich gedeihen und sich vermehren, z. B. die Pferde und Rinder auf den Prärien und Pampas von Amerika, die Schafe in Australien, Capland und Argentinien bieten hierfür interessante Beispiele. Nach den Berichten der Wollindustrie betrug die Zahl der Schafe auf dem Festland von Australien 1893 nach einer Reihe guter, regenreicher Jahre 107200000 Stück. Die folgenden Jahre herrschte Dürre, in deren Folge an Nahrungsmangel Millionen zugrunde gingen, so daß es 1902 nur mehr 72000000, 1903 gar nur 52100000 waren. Seither ist die frühere Zahl fast wieder erreicht worden. Im Jahre 1890—92 hatte sich in Nordengland Microtus agrestis so enorm vermehrt, daß eine schwere Mäuseplage entstand. Die Beendigung der Plage war hauptsächlich der Tätigkeit von Turmfalken und Ohreulen zuzuschreiben. Die Fruchtbarkeit der letzteren wurde durch den Nahrungsüberfluß sehr erhöht. Während ihr Gelege sonst 4—8 Eier umfaßt, gab es in jenen Jahren oft bis zu 13. In einem relativ kleinen Areal waren etwa 400 Paare vorhanden, von denen jedes genauer beobachtete zwei Bruten durchbrachte. Solche Beispiele lassen sich in Menge beibringen.

Umgekehrt sehen wir allzu reichliche Nahrung ähnlich wie Hunger einen schädigenden Einfluß ausüben. Exzessives Wachstum und übermäßige Ablagerung von Reservesubstanzen besonders Fett, sehen wir oft bei vom Menschen domestizierten Tieren auftreten. Bei solchen wird in manchen Fällen die Geschlechtsreife bedeutend verfrüht, die Geschlechtsperioden können unregelmäßig und häufiger werden. Nicht selten tritt aber als Wirkung übermäßiger Ernährung auch eine Unterdrückung der Geschlechtstätigkeit, selbst eine Degeneration der Geschlechtsprodukte ein. Letztere Erfahrung hat man bei gemästeten Gänsen, Enten, Hühnern, bei Säugetieren und künstlich gezüchteten und stark gefütterten Fischen gemacht.

Ähnliche Einwirkungen können auch von der Qualität der Nahrung ausgehen. Stark reizende Stoffe im Futter befördern bei Haustieren den Eintritt der Geschlechtsreife. Auch sonst übt die Qualität der Nahrung Einflüsse auf den Körper der Tiere aus, die manchmal recht beträchtlich und auffällig sind. Wir haben früher schon gehört, daß manche Bestandteile der Nahrung mehr oder weniger unverändert in den Körper der Tiere übergehen und diesem besondere Eigenschaften mitteilen können. Ich erinnere nur an die Pflanzenfresser, deren Fleisch das Aroma der gefressenen Blätter und Früchte annimmt, z. B. Fruchttauben, von Eukalyptusblättern sich nährende Beuteltiere, überhaupt an den Wildgeschmack. Wahrscheinlich gehören auch die Vorbilder vieler Mimikryschmetterlinge hierher, von denen man annimmt, daß sie im Raupenzustand aus ihren Futterpflanzen Giftstoffe aufnehmen. Es ist seit altersher bekannt, daß selbst das äußere Aussehen von Tieren durch die Qualität der Nahrung verändert werden kann. Wenn man Dompfaffen (Pyrrhula pyrrhula L.) vor-

Digitized by Google

wiegend mit Hanfsamen füttert, bekommen sie ein schwärzliches Gefieder; Kanarienvögel, deren Futter man Cayennepfeffer beimischt, werden ausgesprochen rötlich. Der südamerikanische Papagei Chrysotis festiva soll nach Wallace statt grün gelb und rot gefärbt sein, wenn er in der Gefangenschaft mit dem Fleisch gewisser Welse gefüttert wird. So können denn auch künstliche Farbstoffe in vielen Fällen unverändert oder leicht verändert resorbiert werden, um sich dann im Fett, in der Haut und an anderen Stellen des Organismus abzulagern. Setzt man der Nahrung von Meerschweinchen, Hühnern, Fischen, Cephalopoden Krapp (Rubia tinctorum), Hämatoxylin oder Campecheholz (Haematoxylon campechianum), Caesalpinia echinata zu, so färben sich Knochen und Knorpel rot; bei Meerschweinchen geschieht das in 14 Tagen. Gelbfärbung erfolgt durch das Rhizom von Curcuma. Die im Freien Nahrung suchenden virginischen Schweine bekommen rosa gefärbte Knochen durch die Wurzeln von Lachnanthes tinctoria. Bekannt sind die Erfahrungen, welche man mit der durch Eosinfärbung denaturierten Futtergerste für Schweine bei uns machte, welche zur Rotfärbung des Fettes führte. Die Schwarzfärbung der Knochen bei indischen Hühnerrassen mag auch von der Nahrung herrühren.

Besonders interessant sind die Experimente und Beobachtungen, welche man gemacht hat, um den Einfluß der Nährpflanzen auf pflanzenfressende Tiere festzustellen. Zunächst sei auf die pflanzenfressenden Landschnecken hingewiesen. Wie bei den Wassermollusken können wir bei ihnen kalkliebende Formen unterscheiden, welche vor allem im Kalkgebirge vorkommen. Abgesehen von den günstigen sonstigen Lebensbedingungen, welche das Gestein ihnen da gewährt, spielt jedenfalls der Kalkgehalt der Pflanzen eine große Rolle. Solche Formen bleiben auf Urgestein viel kleiner und haben viel dünnere Schalen.

Schmetterlingsraupen sind bekanntlich oft, wie viele andere Insektenfresser, monophag (vgl. S. 187). Während die Bären (Arktiiden) von allen möglichen Gräsern und Kräutern leben, die Eulen (Noktuiden) vielfach von verschiedenen Kompositen, Papilio machaon von verschiedenen Umbelliferen, der Schwammspinner (Ocneria dispar), Goldafter (Porthesia chrysorrhoea) und Ringelspinner (Bombyx neustria) auf allen möglichen Bäumen, widersetzen sich die Raupen von Tagfaltern, von Phalera bucephala, Catocala sponsa und vieler anderer Schmetterlinge jeglichem Wechsel der Nahrung. Immerhin kommt es in der Natur vor, daß Schmetterlingsraupen ihre Futterinstinkte ändern: Lasiocampa quercus, früher nur auf Eichen gefunden, hat sich in neuerer Zeit auch an Pappeln, Weiden, Nußbäume gewöhnt. Ähnlich ist Abraxas grossulariata neuerdings mehr und mehr polyphag geworden. Auch sonst findet man in freier Natur gelegentlich Individuen monophager Arten infolge von Instinktänderungen auf „falschen" Futterpflanzen. Experimente, die in neuerer Zeit von verschiedenen Forschern, besonders von Pictet angestellt wurden, haben uns über interessante Tatsachen und Zusammenhänge belehrt. Schon seit langer Zeit war es in Liebhaberkreisen bekannt, daß durch die Art der Fütterung Farbe, Größe und andere Eigenschaften bei Schmetterlingen beeinflußt werden können. Man nahm und nimmt auch jetzt noch an, daß manche in der Natur vorkommende Varietäten von Schmetterlingsarten ihre Entstehung dem Umstand verdanken, daß sie eine andere Futterpflanze haben als die Stammart. So bildet Lasiocampa quercus in Schottland, wo sie als Raupe auf Heidekraut lebt, die Varietät callunae, in Südeuropa auf der Eiche Quercus robur die Varietät roboris. Die auf der Kiefer weidenden Raupen des Spanners Ellopia prosopiaria liefern rötliche Schmetterlinge; auf der Fichte entstehen die grünen Schmetterlinge der Aberration prasinaria.

Pictet hat nun diese Beziehungen experimentell untersucht. Zunächst hat er festgestellt, was vor ihm schon durch Poulton, Standfuß und andere angegeben worden war, daß die

Digitized by Google

Art des Futters die Färbung der Raupen ſtark beeinflußt. Nach Poulton ſpielt bei der Raupenfärbung das Chlorophyll der Pflanzennahrung eine große Rolle: Raupen von Agrotis pronuba, mit grünen oder etiolierten Krautblättern gefüttert, ergaben ſtets normal gefärbte, gelbbraune Raupen. Individuen, gefüttert mit Blättern, aus denen der gelbe und grüne Farbſtoff ausgelaugt war, bildeten nur das braune Pigment. Nach Standfuß ändert die Raupe von Eupithecia absinthiata in wenig Stunden ihre Farbe je nach der Nahrung: ſie wird goldgelb, wenn ſie Solidagoblütenblätter frißt, roſa durch ſolche der Grasnelke (Statice armeria), weiß durch Pimpinella saxifraga, blau durch Succisa pratensis, braun durch Artemisia vulgaris.

Solche Bewirkungen können auch weniger direkter Natur ſein und ſich nach Pictet dann auch mehr oder weniger deutlich an den ausgewachſenen Schmetterlingen zeigen. Er gewöhnte die Raupen an eine möglichſt von der normalen abweichende Nahrung. Das gelang nur in einzelnen Fällen, meiſt mußte er relativ nahe verwandte Futterpflanzen wählen. Faſt ſtets gelang es nur, die jungen Tiere zur Annahme des fremden Futters zu bringen. So laſſen ſich die jungen Raupen von Lasiocampa quercus an alle möglichen Pflanzen gewöhnen, was mit den vorhin erwähnten Beobachtungen in freier Natur gut übereinſtimmt. Schwerer ſind die Raupen von Ocneria dispar zu gewöhnen, bei denen aber Pictet auffallende Einflüſſe des Futterwechſels feſtſtellen konnte. Die Normalnahrung der Raupe iſt bei dieſer Art das Laub von Eiche und Birke. Die jungen Raupen laſſen ſich, wenn auch ſchwer, an das Freſſen von Walnußblättern gewöhnen. Die normalen Männchen ſind dunkel, ſchwarzgrau mit vier Zickzacklinien auf den Vorderflügeln; die Weibchen ſind weißlich grau oder gelblich, viel heller als die Männchen und haben ſchärfer ſich abhebende Zeichnungen. Die Männchen der erſten Walnußgeneration (F_1) ſind ganz hell, blaßgelb, die Zeichnungen der Flügel ſind beſonders in deren Mitte undeutlich oder verſchwunden. Die Weibchen ſind faſt weiß, ganz transparent. Männchen und Weibchen ſind erheblich kleiner als in der Elterngeneration (Abb. 705 Fig. 1 u. 2).

Die Raupen der folgenden Generation (F_2) freſſen viel bereitwilliger Walnußblätter. Sie zeigen als Schmetterlinge eine weitere Verſtärkung der Abänderungen, ſind noch kleiner, aber ſo ſehr konſtitutionell geſchwächt, daß ſie keine Eier produzieren. Pictet griff nun zu dem Mittel, die F_2-Generation wieder mit Eiche zu füttern, um ſodann die F_3- und F_4-Generation wieder zu Walnußblättern zu zwingen. Trotz des Normalfutters zeigten die Schmetterlinge der F_2-Generation noch deutlich die Folgen des Walnußfutters (Abb. 705 Fig. 3 u. 4). Wird nun die F_3-Generation wieder mit Walnuß gefüttert, ſo verſtärken ſich die Abänderungen der Merkmale noch weiter (Abb. 705 Fig. 5 u. 6). Nach einer weiteren Walnußgeneration (F_4) zeigt ſich aber merkwürdigerweiſe eine Rückkehr zum dunkleren, normalen Färbungstypus der Ausgangsform (Abb. 705 Fig. 7—9).

Parallelverſuche am Baumweißling (Aporia crataegi), kleinen Fuchs (Vanessa urticae) u. a. ergaben, daß Nahrungsmangel Zwergwuchs, lange Raupenzeit, kurze Dauer der Verpuppung und unter Umſtänden Abänderung der Färbung, und zwar Tendenz zum Hellerwerden bewirkt. All das tritt auch ein, wenn das Tier Pflanzen freſſen muß, die mechaniſch oder chemiſch ſchwer ausnutzbar ſind, alſo z. B. infolge dicker Zellwände, eingelagerter Kriſtalle oder durch Behaarung ſchwer zu zerkauen ſind. Umgekehrt kann eine Art von Übererнährung bei Fütterung mit Pflanzen erzielt werden, welche für die Zerkleinerung und Verdauung weder mechaniſche noch chemiſche Schwierigkeiten bereiten. Dann wachſen die Raupen ſehr raſch und über die Norm; ſie verpuppen ſich bald, und das Puppenſtadium dauert länger als bei den ſchlecht genährten Individuen. Sie liefern dunkle, melaniſtiſche

Digitized by Google

Genus Pl. 100, Fig. 1. Wings with the veins 3 and 4 of the hind wing arising from the end of the cell; the antennæ with a long, slender club; the palpi with the second joint long and the third joint short; the body slender; the wings narrow; the fore wings with the outer margin oblique; the hind wings with the outer margin rounded; the hind wings with a tail; the fore wings with the veins 2 and 3 arising from the end of the cell; the fore wings with the vein 5 arising from the middle of the discal cell; the fore wings with the veins 7, 8, 9 and 10 arising from the stalk; the fore wings with the vein 11 arising from the cell; the hind wings with the veins 6 and 7 arising from the end of the cell; the hind wings with the vein 8 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 2 and 3 arising from the stalk; the hind wings with the vein 4 arising from the cell; the hind wings with the vein 5 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 6 and 7 arising from the stalk; the hind wings with the vein 8 arising from the cell; the hind wings with the vein 9 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 10 and 11 arising from the stalk; the hind wings with the vein 12 arising from the cell; the hind wings with the vein 13 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 14 and 15 arising from the stalk; the hind wings with the vein 16 arising from the cell; the hind wings with the vein 17 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 18 and 19 arising from the stalk; the hind wings with the vein 20 arising from the cell; the hind wings with the vein 21 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 22 and 23 arising from the stalk; the hind wings with the vein 24 arising from the cell; the hind wings with the vein 25 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 26 and 27 arising from the stalk; the hind wings with the vein 28 arising from the cell; the hind wings with the vein 29 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 30 and 31 arising from the stalk; the hind wings with the vein 32 arising from the cell; the hind wings with the vein 33 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 34 and 35 arising from the stalk; the hind wings with the vein 36 arising from the cell; the hind wings with the vein 37 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 38 and 39 arising from the stalk; the hind wings with the vein 40 arising from the cell; the hind wings with the vein 41 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 42 and 43 arising from the stalk; the hind wings with the vein 44 arising from the cell; the hind wings with the vein 45 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 46 and 47 arising from the stalk; the hind wings with the vein 48 arising from the cell; the hind wings with the vein 49 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 50 and 51 arising from the stalk; the hind wings with the vein 52 arising from the cell; the hind wings with the vein 53 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 54 and 55 arising from the stalk; the hind wings with the vein 56 arising from the cell; the hind wings with the vein 57 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 58 and 59 arising from the stalk; the hind wings with the vein 60 arising from the cell; the hind wings with the vein 61 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 62 and 63 arising from the stalk; the hind wings with the vein 64 arising from the cell; the hind wings with the vein 65 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 66 and 67 arising from the stalk; the hind wings with the vein 68 arising from the cell; the hind wings with the vein 69 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 70 and 71 arising from the stalk; the hind wings with the vein 72 arising from the cell; the hind wings with the vein 73 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 74 and 75 arising from the stalk; the hind wings with the vein 76 arising from the cell; the hind wings with the vein 77 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 78 and 79 arising from the stalk; the hind wings with the vein 80 arising from the cell; the hind wings with the vein 81 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 82 and 83 arising from the stalk; the hind wings with the vein 84 arising from the cell; the hind wings with the vein 85 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 86 and 87 arising from the stalk; the hind wings with the vein 88 arising from the cell; the hind wings with the vein 89 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 90 and 91 arising from the stalk; the hind wings with the vein 92 arising from the cell; the hind wings with the vein 93 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 94 and 95 arising from the stalk; the hind wings with the vein 96 arising from the cell; the hind wings with the vein 97 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 98 and 99 arising from the stalk; the hind wings with the vein 100 arising from the cell; the hind wings with the vein 101 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 102 and 103 arising from the stalk; the hind wings with the vein 104 arising from the cell; the hind wings with the vein 105 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 106 and 107 arising from the stalk; the hind wings with the vein 108 arising from the cell; the hind wings with the vein 109 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 110 and 111 arising from the stalk; the hind wings with the vein 112 arising from the cell; the hind wings with the vein 113 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 114 and 115 arising from the stalk; the hind wings with the vein 116 arising from the cell; the hind wings with the vein 117 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 118 and 119 arising from the stalk; the hind wings with the vein 120 arising from the cell; the hind wings with the vein 121 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 122 and 123 arising from the stalk; the hind wings with the vein 124 arising from the cell; the hind wings with the vein 125 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 126 and 127 arising from the stalk; the hind wings with the vein 128 arising from the cell; the hind wings with the vein 129 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 130 and 131 arising from the stalk; the hind wings with the vein 132 arising from the cell; the hind wings with the vein 133 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 134 and 135 arising from the stalk; the hind wings with the vein 136 arising from the cell; the hind wings with the vein 137 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 138 and 139 arising from the stalk; the hind wings with the vein 140 arising from the cell; the hind wings with the vein 141 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 142 and 143 arising from the stalk; the hind wings with the vein 144 arising from the cell; the hind wings with the vein 145 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 146 and 147 arising from the stalk; the hind wings with the vein 148 arising from the cell; the hind wings with the vein 149 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 150 and 151 arising from the stalk; the hind wings with the vein 152 arising from the cell; the hind wings with the vein 153 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 154 and 155 arising from the stalk; the hind wings with the vein 156 arising from the cell; the hind wings with the vein 157 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 158 and 159 arising from the stalk; the hind wings with the vein 160 arising from the cell; the hind wings with the vein 161 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 162 and 163 arising from the stalk; the hind wings with the vein 164 arising from the cell; the hind wings with the vein 165 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 166 and 167 arising from the stalk; the hind wings with the vein 168 arising from the cell; the hind wings with the vein 169 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 170 and 171 arising from the stalk; the hind wings with the vein 172 arising from the cell; the hind wings with the vein 173 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 174 and 175 arising from the stalk; the hind wings with the vein 176 arising from the cell; the hind wings with the vein 177 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 178 and 179 arising from the stalk; the hind wings with the vein 180 arising from the cell; the hind wings with the vein 181 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 182 and 183 arising from the stalk; the hind wings with the vein 184 arising from the cell; the hind wings with the vein 185 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 186 and 187 arising from the stalk; the hind wings with the vein 188 arising from the cell; the hind wings with the vein 189 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 190 and 191 arising from the stalk; the hind wings with the vein 192 arising from the cell; the hind wings with the vein 193 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 194 and 195 arising from the stalk; the hind wings with the vein 196 arising from the cell; the hind wings with the vein 197 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 198 and 199 arising from the stalk; the hind wings with the vein 200 arising from the cell; the hind wings with the vein 201 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 202 and 203 arising from the stalk; the hind wings with the vein 204 arising from the cell; the hind wings with the vein 205 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 206 and 207 arising from the stalk; the hind wings with the vein 208 arising from the cell; the hind wings with the vein 209 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 210 and 211 arising from the stalk; the hind wings with the vein 212 arising from the cell; the hind wings with the vein 213 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 214 and 215 arising from the stalk; the hind wings with the vein 216 arising from the cell; the hind wings with the vein 217 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 218 and 219 arising from the stalk; the hind wings with the vein 220 arising from the cell; the hind wings with the vein 221 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 222 and 223 arising from the stalk; the hind wings with the vein 224 arising from the cell; the hind wings with the vein 225 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 226 and 227 arising from the stalk; the hind wings with the vein 228 arising from the cell; the hind wings with the vein 229 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 230 and 231 arising from the stalk; the hind wings with the vein 232 arising from the cell; the hind wings with the vein 233 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 234 and 235 arising from the stalk; the hind wings with the vein 236 arising from the cell; the hind wings with the vein 237 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 238 and 239 arising from the stalk; the hind wings with the vein 240 arising from the cell; the hind wings with the vein 241 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 242 and 243 arising from the stalk; the hind wings with the vein 244 arising from the cell; the hind wings with the vein 245 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 246 and 247 arising from the stalk; the hind wings with the vein 248 arising from the cell; the hind wings with the vein 249 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 250 and 251 arising from the stalk; the hind wings with the vein 252 arising from the cell; the hind wings with the vein 253 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 254 and 255 arising from the stalk; the hind wings with the vein 256 arising from the cell; the hind wings with the vein 257 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 258 and 259 arising from the stalk; the hind wings with the vein 260 arising from the cell; the hind wings with the vein 261 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 262 and 263 arising from the stalk; the hind wings with the vein 264 arising from the cell; the hind wings with the vein 265 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 266 and 267 arising from the stalk; the hind wings with the vein 268 arising from the cell; the hind wings with the vein 269 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 270 and 271 arising from the stalk; the hind wings with the vein 272 arising from the cell; the hind wings with the vein 273 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 274 and 275 arising from the stalk; the hind wings with the vein 276 arising from the cell; the hind wings with the vein 277 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 278 and 279 arising from the stalk; the hind wings with the vein 280 arising from the cell; the hind wings with the vein 281 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 282 and 283 arising from the stalk; the hind wings with the vein 284 arising from the cell; the hind wings with the vein 285 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 286 and 287 arising from the stalk; the hind wings with the vein 288 arising from the cell; the hind wings with the vein 289 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 290 and 291 arising from the stalk; the hind wings with the vein 292 arising from the cell; the hind wings with the vein 293 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 294 and 295 arising from the stalk; the hind wings with the vein 296 arising from the cell; the hind wings with the vein 297 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 298 and 299 arising from the stalk; the hind wings with the vein 300 arising from the cell; the hind wings with the vein 301 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 302 and 303 arising from the stalk; the hind wings with the vein 304 arising from the cell; the hind wings with the vein 305 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 306 and 307 arising from the stalk; the hind wings with the vein 308 arising from the cell; the hind wings with the vein 309 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 310 and 311 arising from the stalk; the hind wings with the vein 312 arising from the cell; the hind wings with the vein 313 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 314 and 315 arising from the stalk; the hind wings with the vein 316 arising from the cell; the hind wings with the vein 317 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 318 and 319 arising from the stalk; the hind wings with the vein 320 arising from the cell; the hind wings with the vein 321 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 322 and 323 arising from the stalk; the hind wings with the vein 324 arising from the cell; the hind wings with the vein 325 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 326 and 327 arising from the stalk; the hind wings with the vein 328 arising from the cell; the hind wings with the vein 329 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 330 and 331 arising from the stalk; the hind wings with the vein 332 arising from the cell; the hind wings with the vein 333 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 334 and 335 arising from the stalk; the hind wings with the vein 336 arising from the cell; the hind wings with the vein 337 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 338 and 339 arising from the stalk; the hind wings with the vein 340 arising from the cell; the hind wings with the vein 341 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 342 and 343 arising from the stalk; the hind wings with the vein 344 arising from the cell; the hind wings with the vein 345 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 346 and 347 arising from the stalk; the hind wings with the vein 348 arising from the cell; the hind wings with the vein 349 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 350 and 351 arising from the stalk; the hind wings with the vein 352 arising from the cell; the hind wings with the vein 353 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 354 and 355 arising from the stalk; the hind wings with the vein 356 arising from the cell; the hind wings with the vein 357 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 358 and 359 arising from the stalk; the hind wings with the vein 360 arising from the cell; the hind wings with the vein 361 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 362 and 363 arising from the stalk; the hind wings with the vein 364 arising from the cell; the hind wings with the vein 365 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 366 and 367 arising from the stalk; the hind wings with the vein 368 arising from the cell; the hind wings with the vein 369 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 370 and 371 arising from the stalk; the hind wings with the vein 372 arising from the cell; the hind wings with the vein 373 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 374 and 375 arising from the stalk; the hind wings with the vein 376 arising from the cell; the hind wings with the vein 377 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 378 and 379 arising from the stalk; the hind wings with the vein 380 arising from the cell; the hind wings with the vein 381 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 382 and 383 arising from the stalk; the hind wings with the vein 384 arising from the cell; the hind wings with the vein 385 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 386 and 387 arising from the stalk; the hind wings with the vein 388 arising from the cell; the hind wings with the vein 389 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 390 and 391 arising from the stalk; the hind wings with the vein 392 arising from the cell; the hind wings with the vein 393 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 394 and 395 arising from the stalk; the hind wings with the vein 396 arising from the cell; the hind wings with the vein 397 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 398 and 399 arising from the stalk; the hind wings with the vein 400 arising from the cell; the hind wings with the vein 401 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 402 and 403 arising from the stalk; the hind wings with the vein 404 arising from the cell; the hind wings with the vein 405 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 406 and 407 arising from the stalk; the hind wings with the vein 408 arising from the cell; the hind wings with the vein 409 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 410 and 411 arising from the stalk; the hind wings with the vein 412 arising from the cell; the hind wings with the vein 413 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 414 and 415 arising from the stalk; the hind wings with the vein 416 arising from the cell; the hind wings with the vein 417 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 418 and 419 arising from the stalk; the hind wings with the vein 420 arising from the cell; the hind wings with the vein 421 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 422 and 423 arising from the stalk; the hind wings with the vein 424 arising from the cell; the hind wings with the vein 425 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 426 and 427 arising from the stalk; the hind wings with the vein 428 arising from the cell; the hind wings with the vein 429 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 430 and 431 arising from the stalk; the hind wings with the vein 432 arising from the cell; the hind wings with the vein 433 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 434 and 435 arising from the stalk; the hind wings with the vein 436 arising from the cell; the hind wings with the vein 437 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 438 and 439 arising from the stalk; the hind wings with the vein 440 arising from the cell; the hind wings with the vein 441 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 442 and 443 arising from the stalk; the hind wings with the vein 444 arising from the cell; the hind wings with the vein 445 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 446 and 447 arising from the stalk; the hind wings with the vein 448 arising from the cell; the hind wings with the vein 449 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 450 and 451 arising from the stalk; the hind wings with the vein 452 arising from the cell; the hind wings with the vein 453 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 454 and 455 arising from the stalk; the hind wings with the vein 456 arising from the cell; the hind wings with the vein 457 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 458 and 459 arising from the stalk; the hind wings with the vein 460 arising from the cell; the hind wings with the vein 461 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 462 and 463 arising from the stalk; the hind wings with the vein 464 arising from the cell; the hind wings with the vein 465 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 466 and 467 arising from the stalk; the hind wings with the vein 468 arising from the cell; the hind wings with the vein 469 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 470 and 471 arising from the stalk; the hind wings with the vein 472 arising from the cell; the hind wings with the vein 473 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 474 and 475 arising from the stalk; the hind wings with the vein 476 arising from the cell; the hind wings with the vein 477 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 478 and 479 arising from the stalk; the hind wings with the vein 480 arising from the cell; the hind wings with the vein 481 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 482 and 483 arising from the stalk; the hind wings with the vein 484 arising from the cell; the hind wings with the vein 485 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 486 and 487 arising from the stalk; the hind wings with the vein 488 arising from the cell; the hind wings with the vein 489 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 490 and 491 arising from the stalk; the hind wings with the vein 492 arising from the cell; the hind wings with the vein 493 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 494 and 495 arising from the stalk; the hind wings with the vein 496 arising from the cell; the hind wings with the vein 497 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 498 and 499 arising from the stalk; the hind wings with the vein 500 arising from the cell; the hind wings with the vein 501 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 502 and 503 arising from the stalk; the hind wings with the vein 504 arising from the cell; the hind wings with the vein 505 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 506 and 507 arising from the stalk; the hind wings with the vein 508 arising from the cell; the hind wings with the vein 509 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 510 and 511 arising from the stalk; the hind wings with the vein 512 arising from the cell; the hind wings with the vein 513 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 514 and 515 arising from the stalk; the hind wings with the vein 516 arising from the cell; the hind wings with the vein 517 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 518 and 519 arising from the stalk; the hind wings with the vein 520 arising from the cell; the hind wings with the vein 521 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 522 and 523 arising from the stalk; the hind wings with the vein 524 arising from the cell; the hind wings with the vein 525 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 526 and 527 arising from the stalk; the hind wings with the vein 528 arising from the cell; the hind wings with the vein 529 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 530 and 531 arising from the stalk; the hind wings with the vein 532 arising from the cell; the hind wings with the vein 533 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 534 and 535 arising from the stalk; the hind wings with the vein 536 arising from the cell; the hind wings with the vein 537 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 538 and 539 arising from the stalk; the hind wings with the vein 540 arising from the cell; the hind wings with the vein 541 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 542 and 543 arising from the stalk; the hind wings with the vein 544 arising from the cell; the hind wings with the vein 545 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 546 and 547 arising from the stalk; the hind wings with the vein 548 arising from the cell; the hind wings with the vein 549 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 550 and 551 arising from the stalk; the hind wings with the vein 552 arising from the cell; the hind wings with the vein 553 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 554 and 555 arising from the stalk; the hind wings with the vein 556 arising from the cell; the hind wings with the vein 557 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 558 and 559 arising from the stalk; the hind wings with the vein 560 arising from the cell; the hind wings with the vein 561 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 562 and 563 arising from the stalk; the hind wings with the vein 564 arising from the cell; the hind wings with the vein 565 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 566 and 567 arising from the stalk; the hind wings with the vein 568 arising from the cell; the hind wings with the vein 569 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 570 and 571 arising from the stalk; the hind wings with the vein 572 arising from the cell; the hind wings with the vein 573 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 574 and 575 arising from the stalk; the hind wings with the vein 576 arising from the cell; the hind wings with the vein 577 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 578 and 579 arising from the stalk; the hind wings with the vein 580 arising from the cell; the hind wings with the vein 581 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 582 and 583 arising from the stalk; the hind wings with the vein 584 arising from the cell; the hind wings with the vein 585 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 586 and 587 arising from the stalk; the hind wings with the vein 588 arising from the cell; the hind wings with the vein 589 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 590 and 591 arising from the stalk; the hind wings with the vein 592 arising from the cell; the hind wings with the vein 593 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 594 and 595 arising from the stalk; the hind wings with the vein 596 arising from the cell; the hind wings with the vein 597 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 598 and 599 arising from the stalk; the hind wings with the vein 600 arising from the cell; the hind wings with the vein 601 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 602 and 603 arising from the stalk; the hind wings with the vein 604 arising from the cell; the hind wings with the vein 605 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 606 and 607 arising from the stalk; the hind wings with the vein 608 arising from the cell; the hind wings with the vein 609 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 610 and 611 arising from the stalk; the hind wings with the vein 612 arising from the cell; the hind wings with the vein 613 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 614 and 615 arising from the stalk; the hind wings with the vein 616 arising from the cell; the hind wings with the vein 617 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 618 and 619 arising from the stalk; the hind wings with the vein 620 arising from the cell; the hind wings with the vein 621 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 622 and 623 arising from the stalk; the hind wings with the vein 624 arising from the cell; the hind wings with the vein 625 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 626 and 627 arising from the stalk; the hind wings with the vein 628 arising from the cell; the hind wings with the vein 629 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 630 and 631 arising from the stalk; the hind wings with the vein 632 arising from the cell; the hind wings with the vein 633 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 634 and 635 arising from the stalk; the hind wings with the vein 636 arising from the cell; the hind wings with the vein 637 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 638 and 639 arising from the stalk; the hind wings with the vein 640 arising from the cell; the hind wings with the vein 641 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 642 and 643 arising from the stalk; the hind wings with the vein 644 arising from the cell; the hind wings with the vein 645 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 646 and 647 arising from the stalk; the hind wings with the vein 648 arising from the cell; the hind wings with the vein 649 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 650 and 651 arising from the stalk; the hind wings with the vein 652 arising from the cell; the hind wings with the vein 653 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 654 and 655 arising from the stalk; the hind wings with the vein 656 arising from the cell; the hind wings with the vein 657 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 658 and 659 arising from the stalk; the hind wings with the vein 660 arising from the cell; the hind wings with the vein 661 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 662 and 663 arising from the stalk; the hind wings with the vein 664 arising from the cell; the hind wings with the vein 665 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 666 and 667 arising from the stalk; the hind wings with the vein 668 arising from the cell; the hind wings with the vein 669 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 670 and 671 arising from the stalk; the hind wings with the vein 672 arising from the cell; the hind wings with the vein 673 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 674 and 675 arising from the stalk; the hind wings with the vein 676 arising from the cell; the hind wings with the vein 677 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 678 and 679 arising from the stalk; the hind wings with the vein 680 arising from the cell; the hind wings with the vein 681 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 682 and 683 arising from the stalk; the hind wings with the vein 684 arising from the cell; the hind wings with the vein 685 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 686 and 687 arising from the stalk; the hind wings with the vein 688 arising from the cell; the hind wings with the vein 689 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 690 and 691 arising from the stalk; the hind wings with the vein 692 arising from the cell; the hind wings with the vein 693 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 694 and 695 arising from the stalk; the hind wings with the vein 696 arising from the cell; the hind wings with the vein 697 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 698 and 699 arising from the stalk; the hind wings with the vein 700 arising from the cell; the hind wings with the vein 701 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 702 and 703 arising from the stalk; the hind wings with the vein 704 arising from the cell; the hind wings with the vein 705 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 706 and 707 arising from the stalk; the hind wings with the vein 708 arising from the cell; the hind wings with the vein 709 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 710 and 711 arising from the stalk; the hind wings with the vein 712 arising from the cell; the hind wings with the vein 713 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 714 and 715 arising from the stalk; the hind wings with the vein 716 arising from the cell; the hind wings with the vein 717 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 718 and 719 arising from the stalk; the hind wings with the vein 720 arising from the cell; the hind wings with the vein 721 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 722 and 723 arising from the stalk; the hind wings with the vein 724 arising from the cell; the hind wings with the vein 725 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 726 and 727 arising from the stalk; the hind wings with the vein 728 arising from the cell; the hind wings with the vein 729 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 730 and 731 arising from the stalk; the hind wings with the vein 732 arising from the cell; the hind wings with the vein 733 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 734 and 735 arising from the stalk; the hind wings with the vein 736 arising from the cell; the hind wings with the vein 737 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 738 and 739 arising from the stalk; the hind wings with the vein 740 arising from the cell; the hind wings with the vein 741 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 742 and 743 arising from the stalk; the hind wings with the vein 744 arising from the cell; the hind wings with the vein 745 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 746 and 747 arising from the stalk; the hind wings with the vein 748 arising from the cell; the hind wings with the vein 749 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 750 and 751 arising from the stalk; the hind wings with the vein 752 arising from the cell; the hind wings with the vein 753 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 754 and 755 arising from the stalk; the hind wings with the vein 756 arising from the cell; the hind wings with the vein 757 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 758 and 759 arising from the stalk; the hind wings with the vein 760 arising from the cell; the hind wings with the vein 761 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 762 and 763 arising from the stalk; the hind wings with the vein 764 arising from the cell; the hind wings with the vein 765 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 766 and 767 arising from the stalk; the hind wings with the vein 768 arising from the cell; the hind wings with the vein 769 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 770 and 771 arising from the stalk; the hind wings with the vein 772 arising from the cell; the hind wings with the vein 773 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 774 and 775 arising from the stalk; the hind wings with the vein 776 arising from the cell; the hind wings with the vein 777 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 778 and 779 arising from the stalk; the hind wings with the vein 780 arising from the cell; the hind wings with the vein 781 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 782 and 783 arising from the stalk; the hind wings with the vein 784 arising from the cell; the hind wings with the vein 785 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 786 and 787 arising from the stalk; the hind wings with the vein 788 arising from the cell; the hind wings with the vein 789 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 790 and 791 arising from the stalk; the hind wings with the vein 792 arising from the cell; the hind wings with the vein 793 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 794 and 795 arising from the stalk; the hind wings with the vein 796 arising from the cell; the hind wings with the vein 797 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 798 and 799 arising from the stalk; the hind wings with the vein 800 arising from the cell; the hind wings with the vein 801 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 802 and 803 arising from the stalk; the hind wings with the vein 804 arising from the cell; the hind wings with the vein 805 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 806 and 807 arising from the stalk; the hind wings with the vein 808 arising from the cell; the hind wings with the vein 809 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 810 and 811 arising from the stalk; the hind wings with the vein 812 arising from the cell; the hind wings with the vein 813 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 814 and 815 arising from the stalk; the hind wings with the vein 816 arising from the cell; the hind wings with the vein 817 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 818 and 819 arising from the stalk; the hind wings with the vein 820 arising from the cell; the hind wings with the vein 821 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 822 and 823 arising from the stalk; the hind wings with the vein 824 arising from the cell; the hind wings with the vein 825 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 826 and 827 arising from the stalk; the hind wings with the vein 828 arising from the cell; the hind wings with the vein 829 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 830 and 831 arising from the stalk; the hind wings with the vein 832 arising from the cell; the hind wings with the vein 833 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 834 and 835 arising from the stalk; the hind wings with the vein 836 arising from the cell; the hind wings with the vein 837 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 838 and 839 arising from the stalk; the hind wings with the vein 840 arising from the cell; the hind wings with the vein 841 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 842 and 843 arising from the stalk; the hind wings with the vein 844 arising from the cell; the hind wings with the vein 845 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 846 and 847 arising from the stalk; the hind wings with the vein 848 arising from the cell; the hind wings with the vein 849 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 850 and 851 arising from the stalk; the hind wings with the vein 852 arising from the cell; the hind wings with the vein 853 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 854 and 855 arising from the stalk; the hind wings with the vein 856 arising from the cell; the hind wings with the vein 857 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 858 and 859 arising from the stalk; the hind wings with the vein 860 arising from the cell; the hind wings with the vein 861 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 862 and 863 arising from the stalk; the hind wings with the vein 864 arising from the cell; the hind wings with the vein 865 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 866 and 867 arising from the stalk; the hind wings with the vein 868 arising from the cell; the hind wings with the vein 869 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 870 and 871 arising from the stalk; the hind wings with the vein 872 arising from the cell; the hind wings with the vein 873 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 874 and 875 arising from the stalk; the hind wings with the vein 876 arising from the cell; the hind wings with the vein 877 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 878 and 879 arising from the stalk; the hind wings with the vein 880 arising from the cell; the hind wings with the vein 881 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 882 and 883 arising from the stalk; the hind wings with the vein 884 arising from the cell; the hind wings with the vein 885 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 886 and 887 arising from the stalk; the hind wings with the vein 888 arising from the cell; the hind wings with the vein 889 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 890 and 891 arising from the stalk; the hind wings with the vein 892 arising from the cell; the hind wings with the vein 893 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 894 and 895 arising from the stalk; the hind wings with the vein 896 arising from the cell; the hind wings with the vein 897 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 898 and 899 arising from the stalk; the hind wings with the vein 900 arising from the cell; the hind wings with the vein 901 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 902 and 903 arising from the stalk; the hind wings with the vein 904 arising from the cell; the hind wings with the vein 905 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 906 and 907 arising from the stalk; the hind wings with the vein 908 arising from the cell; the hind wings with the vein 909 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 910 and 911 arising from the stalk; the hind wings with the vein 912 arising from the cell; the hind wings with the vein 913 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 914 and 915 arising from the stalk; the hind wings with the vein 916 arising from the cell; the hind wings with the vein 917 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 918 and 919 arising from the stalk; the hind wings with the vein 920 arising from the cell; the hind wings with the vein 921 arising from the middle of the discal cell; the hind wings with the veins 922 and 923 arising from the stalk;

so können wir vermuten, daß alle möglichen Lebensprozesse der van t'Hoff'schen Regel folgen werden. Diese Annahme hat sich auch bestätigt; so sehen wir die Tätigkeit der pulsierenden Vakuolen und die Teilungsgeschwindigkeit bei Protozoen, wenn die Temperatur der Umgebung um 10° steigt, sich verdoppeln. Die Wachstumsgeschwindigkeit von Embryonen, z. B. von Amphibien und Knochenfischen, folgt derselben Regel usw. Schon lange wissen die Fischzüchter, daß die Zeit, welche ein Fischembryo von der Befruchtung bis zum Ausschlüpfen braucht, von der Temperatur des Wassers abhängt. Der amerikanische Salmo fontinalis braucht dazu bei 10° C 50 Tage, bei jedem Grad darüber oder darunter wird die Entwicklungszeit um 10 Tage verkürzt oder verlängert. Pleuronectes platessa, die Scholle, braucht bei 6° C 18¼ Tage, bei 8° C 14⅓, bei 10° C 12, bei 12° C 10½ Tage. Dorscheier erfordern bei 7½° C 13 Tage, bei — 1,2° 51 Tage bis zum Ausschlüpfen. Bei tiefer Temperatur, z. B. in den Alpen, kann die Entwicklung bei Fröschen sich so verzögern, daß sie im Kaulquappenzustand überwintern und erst im zweiten Jahr zur Metamorphose gelangen. Erhöhung der Temperatur führt dagegen vielfach zu einer Vermehrung der Generationen einer Saison, z. B. bei Borkenkäfern nach Knoche, bei Daphniden, Aphiden, Schmetterlingen usw.

Jede Tierart gedeiht bei einer bestimmten Mitteltemperatur (Optimum) am besten; durch ein Minimum und ein Maximum der Temperatur sind ihrem Leben Grenzen gesetzt. Da die lebende Substanz, das Protoplasma, außerordentlich wasserreich ist, so ist es begreiflich, daß für die meisten Tierarten das Minimum um den Gefrierpunkt herum liegt. Wenn die Temperatur des Tierkörpers unter 0° sinkt, so hören im Protoplasma die chemischen Prozesse, welche das Leben bedingen, auf. Allerdings müssen wir bedenken, daß das Protoplasma stark salzhaltig ist, daß infolgedessen sein Gefrierpunkt unterhalb von 0° gelegen ist. So ist es denn verständlich, daß Tiere in der Tiefsee in Wasser, dessen Temperatur zwischen 0° und — 2,5° liegt, existieren können. In großen Teilen des nordatlantischen Ozeans hat bekanntlich das Tiefseewasser eine so niedrige Temperatur. Auch die Nordpolfahrer, z. B. Nansen, und neuerdings die Südpolarexpeditionen haben in Tümpeln im schmelzenden Eis Kopepoden und andere Krebstiere gefunden. Das Maximum dürfte bei Wassertieren bei etwa 50° C liegen. Lufttiere können vorübergehend noch höhere Temperaturen aushalten, ebenso wie für sie das Minimum sehr tief liegt.

Für das Verhalten der Tiere gegen verschiedene Temperaturen ist jeweils die Konstitution der einzelnen Art maßgebend. Während die einen große Kälte vertragen können, sind die anderen unempfindlich gegen Wärme; bei den einen ist die Differenz zwischen dem Maximum und Minimum eine sehr beträchtliche, bei den anderen eine sehr geringe. Nach solchen Gesichtspunkten können wir die Tiere in bestimmte Gruppen einteilen.

Zunächst können wir Wärmetiere oder Thermophile von Kältetieren oder Psychrophilen unterscheiden. Betrachten wir zunächst die Thermophilen. Es sind das Tiere, deren Minimum und Maximum relativ hohen Regionen der Thermometerskala angehören. So können wir unter den Wassertieren als typische Wärmeformen die Korallen bezeichnen, für welche das Minimum etwa 25° C beträgt; das bedingt, daß sie kaum über den Tropengürtel nach Norden oder Süden vordringen, daß sie kaum über 100 m in die Tiefe des Meeres hinabsteigen, und daß sie im kalten Auftriebwasser an den Westküsten der großen Kontinente fehlen. Größere Tiergruppen, welche vorwiegend aus Warmwassertieren zusammengesetzt sind, sind: die Ctenophoren, die Siphonophoren, die Heteropoden und die Pyrosomen; dies alles sind Planktontiere des Warmwassergebietes. Wo solche Warmwasserformen in höheren Breiten auftreten, sind sie durch warme Meeresströmungen dahin ver-

Digitized by Google

ſchleppt, wie z. B. die Golfſtromtiere an den Küſten Englands und Norwegens, die Kuro-Shiwotiere in Nordjapan. In allen Gruppen des Tierreichs finden wir einzelne an die Wärme gebundene Familien, Gattungen und Arten. So iſt Janthina eine typiſche Warmwaſſerſchnecke; unter den höheren Krebſen ſind z. B. die Trapezien und Seſarmen Warmwaſſertiere. Alle jene Süßwaſſertiere, welche man jetzt ſo viel in heizbaren Aquarien bei uns züchtet, ſind ſolche Warmwaſſergeſchöpfe, z. B. unter den Schnecken die großen Ampullarien, unter den Fiſchen die Cichliden, die Makropoden und die Labyrinthfiſche. Auch die Süßwaſſerkrabben (Potamonidae) ſowie die Palämoniden und die Lungenfiſche ſind alles Warmwaſſerformen.

Es gibt aber auch Waſſertiere, welche viel höhere Temperaturen, als ſie gewöhnlich im Meer oder im Süßwaſſer der Tropen vorkommen, zu ertragen vermögen. Es gelingt experimentell, Tiere an relativ hohe Waſſertemperaturen zu gewöhnen; ſo kann man Protozoen bei 35—40° C züchten. Ähnliche Experimente ſind auch mit Würmern, Schnecken und Arthropoden ausgeführt worden. Die intereſſanteſten Experimente führt uns aber die Natur ſelbſt in den heißen Gewäſſern vor. Es gibt eine ganz beſtimmte und charakteriſtiſche Fauna der Thermalquellen und ihrer Abflüſſe, welche naturgemäß immer artenärmer wird, je höher die Waſſertemperatur ſteigt. In Quellen, deren Waſſer eine Temperatur von 28—35° C beſitzt, kommen viele Tierformen noch vor; es ſind das ja Temperaturen, welche das Süßwaſſer in den Tropen nicht ſelten erreicht. So kommen in den italieniſchen heißen Quellen eine große Menge von Protozoen aber auch von höheren Tieren vor. In den Quellen von Viterbo fand Iſſel z. B. bei 50—52° C eine Amöbe vom Typus der A. limax und das Infuſor Nassula elegans. Bei 35° C lebten Larven der Zuckmücke Chironomus und der Eintagsfliege Ephemera, bei 39—40° die Käfer Bidessus geminus Fabr., eine Dytiscide und Laccobius subtilis Kiesw., eine Hydrophilide. Faſt in allen Thermen Italiens finden ſich Arten dieſer beiden Gattungen, einzeln oder gemeinſam; ſo in Campiglia Marittima (Toskana) Bidessus geminus Fabr. bei 41°, in Acqui (Piémont) Bidessus geminus bis 42°, Laccobius gracilis Motsch bis 40°, in Valdieri (Piémont) Laccobius sellae Sharp bis 45°, in den Euganeiſchen Quellen Bidessus thermalis Germar bis 45° uſw. In den heißen Quellen von Albano lebt eine Schnecke, Hydrobia aponensis, bei 44° C; ſie erträgt aber über 50°, ebenſo wie die Schnecke Bithynia thermalis, welche noch bei 53° gefunden wurde; bei 45—46° C leben außer Protozoen das Rädertier Philodina roseola und der Käfer Hydroscapha gyrinoides. Ja ſelbſt Fiſche ertragen zum Teil erſtaunlich hohe Temperaturen. So hat ſchon im Jahre 1802 Lacépède angegeben, daß in Tunis Sparus desfontainii bei 37,5 C vorkommt. Ich habe ſelbſt in dem an heißen Quellen ſo reichen Gebiet des Yellowſtoneparks im Felſengebirge von Nordamerika überraſchende Beiſpiele davon beobachtet, daß Fiſche, die ſonſt kälteliebenden Gruppen angehören, ſich an warmes Waſſer gewöhnen können. Die Forelle Salmo mykiss Walb. findet man in dieſem Gebiet häufig an der Einmündung heißer Quellen in die Flüſſe; eine reiche Fauna von allen möglichen Tieren hat ſie offenbar dorthin gelockt. Leuciscus atrarius (Girard) findet ſich im Heartlake in Mengen an der Mündung des heißen Witch Creek und ſteigt in demſelben auf, obwohl ſein Waſſer zur Hälfte Geyſirn und heißen Quellen entſtammt. Er wurde noch gefangen bei 85° F (= 29,4° C). Im Hot River, dem Abfluß der Mamutquellen zum Gardinerfluß, lebt Catostomus griseus bei 31° C, junge Forellen bei 24° C; Cottus bairdii (Girard) var. punctulatus Gill iſt im Gibbonriver bei den heißen Quellen häufig. Alle dieſe Fiſche ſieht man im Waſſer umherſchwimmen, obwohl dieſes manchmal dampft; ſicher halten ſie ſich oft für kürzere Zeit in Waſſer von höheren Graden, als wie vorhin angegeben wurde, auf. Manchmal geraten ſie ſogar

Digitized by Google

in sehr heißes Wasser und werden dann oft in ganzen Scharen in gekochtem Zustand tot aufgefunden. Plötzliches Zuströmen von schwefelhaltigem Quellwasser tötet auch oftmals die Fische. Merkwürdig ist die Tatsache, daß alle Forellen des Yellowstonegebietes viel weniger lebhaft sind, als die gleiche Art an anderen Orten es zu sein pflegt. Sehr auffallend ist die starke Infektion von Salmo mykiss in den Seen des Yellowstonegebietes durch den Bandwurm Dibothrium cordiceps Leidy. Ob wohl die Wärme des Wassers die Infektion begünstigt? Diese Formen von Fischen unterscheiden sich biologisch wesentlich von den oben erwähnten typischen Bewohnern heißer Quellen, unter denen die Käfer, Schnecken und das Rädertier echte Heißwassertiere sind. Ein genaueres Studium der heißen Quellen wird uns sicher ähnliche Kategorien in ihrer Fauna kennen lehren, wie wir sie früher für die Salzgewässer beschrieben haben (S. 840).

Luftbewohnende Wärmetiere sind z. B. die Zwergmoschustiere, die Reptilien, viele Tropenvögel, die Baumfrösche der Tropen, die Vogelspinnen, die Landkrabben, die Termiten, zahlreiche Landschnecken, die Landplanarien und meisten Landblutegel. Unter den Affen verlangen besonders die Menschenaffen hohe Temperaturen. Alle diese Tiere verlieren bei sinkender Temperatur an Aktivität, sie fressen schlecht, neigen sehr zu Erkrankung und sterben in vielen Fällen. Es sind das nur einige willkürlich herausgegriffene Beispiele. In neuester Zeit hat Handlirsch gezeigt, daß unter den Insekten alle ursprünglichen tiefstehenden Gruppen der Hemimetabolen ausgesprochen wärmeliebend sind, während die Holometabolen sich umgekehrt verhalten. Bei ihnen, also den Insekten, welche ein Puppenstadium durchmachen, stellt dies wohl eine Anpassung an kälteres Klima dar, in welchem es vielleicht entstanden ist. Denn in jeder Reihe dieser höheren Insekten sind die ursprünglichen Formen kälteliebend, und nur die hochspezialisierten Endformen sind wärmeliebend.

Als kälteliebende Wassertiere wären zunächst viele Meeresbewohner der polaren Gebiete und der Tiefsee anzuführen. Auf viele Tiefseetiere aus allen möglichen Gruppen, z. B. Haie, Knochenfische, Cephalopoden und höhere Krebse, wirkt beim Heraufholen die Wärme des Oberflächenwassers viel verderblicher als der geringere Druck oder die übrigen Veränderungen, denen sie ausgesetzt werden. Ich konnte selbst Tiefseekrebse in entsprechend gekühltem Meerwasser tagelang am Leben erhalten. Unter den Meerestieren der oberflächlichen Schichten sind einige kälteliebenden Gruppen ausschließlich auf die polaren Regionen beschränkt. Ich führe unter den Fischen die Gadiden, unter den Krebsen die Crangoniden und Lithobiden, von einzelnen Formen die Arten von Calanus, Pandalus und Pasiphaea, ferner die Krabben Hyas araneus (Abb. 359 S. 411) und Chionoecetes opilio (Abb. 706), von Stachelhäutern die Seegurke Cucumaria frondosa an. Unter den Süßwassertieren sind die Salmoniden (Lachse) und die Astaciden (Flußkrebse) Kaltwassertiere. Sie bevorzugen die kühlen Gewässer der nördlichen Halbkugel und suchen in ihnen speziell den Oberlauf der Flüsse und Bäche auf. So ist für den Flußkrebs (Potamobius astacus L.) 23° C das Maximum, für die erwachsenen Forellen 15° C, für deren Eier und Embryonen jedoch nur 6—7° C. Ausgesprochen kälteliebend sind die Tiere der Quellen und Bergbäche. Typische Quellbewohner sind viele Strudelwürmer z. B. Planaria alpina, Polycladodes alba, Polycelis cornuta und Prorhynchus fontinalis, die Bythinellen unter den Schnecken, einige Wassermilben (z. B. Protzia squamosa) sowie einige Insektenlarven. Charakteristisch für die Bergbäche sind eine ganze Anzahl von Larven der Simulien und der Eintagsfliegen. Vielfach sind es die nämlichen Arten, die wir früher wegen ihrer Anpassung an das strömende Wasser besprochen haben. Außer Salmoniden, also Lachsen, Forellen und Saiblingen, sind für diese Region unserer Bäche die Kroppe (Cottus gobio) und die

Digitized by Google

Abb. 98. Rhinoceros unicornis. Kopf. Nach einer Photographie. Aus: Brehms Tierleben, 4. Aufl., Bd. 10.

Rhinoceros (Rhinoceros) unicornis Linné 1758. Nördl. Hinterindien bis Malakka, Sumatra, Borneo, Java. Kopf und Rumpf 3,5 m, Schwanz 0,7 m, Höhe 1,8 m. Haut mit Hautfalten, die eine Art Panzer bilden. Ein Horn auf der Nasenkuppe. Ohren mit Büschel. Ist in Indien Gottheit und wird verehrt. Lebt in Sümpfen und Wäldern. Frißt Gras, Blätter, Zweige, Früchte, Reis, Zuckerrohr. Ist sehr scheu. Sucht Gefahr durch Flucht zu entgehen. Ist sehr gefährlich, wenn es angegriffen wird. Wird in Indien gejagt. Ist sehr gut zu zähmen. Wird in Indien zum Ziehen von Karren und Pflügen verwendet. Ist in Indien Hausgenosse. Wird in Indien gezüchtet. Ist in Indien Hausgenosse. Wird in Indien gezüchtet. Ist in Indien Hausgenosse. Wird in Indien gezücht

einen Millimeter große blauviolette Tierchen kommt in ſo koloſſalen Maſſen vor, daß man es direkt literweiſe ſchöpfen kann. Auch die Winterinſekten aus höheren Gruppen ſind vielfach auffallenderweiſe flügellos. Es gilt das nicht für die eigentümlich ſpinnenartig mit langen Beinen auf der Schneeoberfläche umherlaufende Fliege Chionea araneoides, eine Bibionide, und für die Wintergeneration einer Anzahl von Gallweſpen, ſondern auch für die verſchiedenen Forſtſpanner, bei deren Weibchen wir eine fortſchreitende Rückbildung der Flügel beobachten. Winterinſekten ſind auch die Pſeudoneuroptere Boreus hiemalis und die über den ſchneebedeckten Fluren in der Sonne umhertanzende Wintermücke Trichocera. Manchmal erſcheinen auf dem Schnee in Mengen die als Schneewürmer (vgl. auch S. 245 und 858) bezeichneten, ſonſt unter Steinen lebenden Larven des gemeinen Weichkäfers Telephorus fuscus. Unter den höheren Tieren können wir als kälteliebend die geſchwänzten Amphibien anführen, welche in noch höherem Maße als die Flußkrebſe auf die nordiſche Halbkugel beſchränkt ſind und nur in gebirgigen Gegenden ſich dem Äquator nähern. Nordiſche Vögel und eine ganze Anzahl von Säugetieren, wie Schneefuchs und Schneehaſe, der Irbis oder Schneeleopard, Lamas, Steinböcke, Eisbär, Robben und Walroß ſind ſehr empfindlich gegen Wärme. Im heißen Sommer kann man leicht beobachten, wie Eisbären und Seehunde in zoologiſchen Gärten unter der Hitze leiden, und wie ſie die durch Waſſer und eventuell Eisklumpen ihnen gebotene Abkühlung mit Begierde aufſuchen. Bei all dieſen Tieren ſpielt natürlich die Anpaſſungsfähigkeit an die verſchiedenen Temperaturen eine große Rolle. Sehr weſentlich iſt hierbei die Erleichterung oder Erſchwerung der Wärmeausſtrahlung des Körpers. Im allgemeinen können wir ſagen, daß eine Art, welche an das Aushalten extremer Temperaturen angepaßt iſt, Schwankungen in der Richtung auf das entgegengeſetzte Extrem ſchwer verträgt.

Überhaupt verhalten ſich die Tiere gegen Schwankungen der Temperatur ſehr verſchieden. Die einen vertragen nur ſehr geringe Schwankungen der Außentemperatur; wir bezeichnen ſie als ſtenotherme Tiere. Es gibt ſowohl wärmeliebende als auch kälteliebende ſtenotherme Tiere. So ſind z. B. die vorhin genannten kälteliebenden Quellbewohner ausgeſprochen ſtenotherm z. B. Planaria alpina; auch die Schnecken der Gattung Vitrina ſind ſtenotherme Kältetiere; ſie vertragen kaum eine Erhöhung der Temperatur um wenige Grade. Stenotherm ſind auch viele Planktontiere des Meeres; wenn eine warme Strömung mit einer kalten zuſammenſtößt, ſo gehen die Bewohner beider Waſſerarten bei der Durchmiſchung maſſenhaft zugrunde. Das haben z. B. Römer und Schaudinn am Rand des Golfſtromwaſſers bei Spitzbergen, ich ſelbſt an der japaniſchen Küſte, Chun am Rande des Südpolareiſes beobachtet. Auch die Tiefſeetiere und die Mehrzahl der polaren Meerestiere ſind ſtenotherm. Das gleiche gilt für die wärmeliebenden Tiere der tropiſchen Meere und für viele der übrigen Wärmetiere (z. B. Termiten, Landkrabben, Vogelſpinnen uſw.), welche wir oben erwähnt haben. Jeder Aquarien- und Terrarienliebhaber, der tropiſche Tiere hält, weiß, wie empfindlich viele ſeiner Lieblinge gegen ein Sinken der durch künſtliche Heizung erhaltenen hohen Temperatur ſind. Auch von den in Käfigen ſo gern gehaltenen Stubenvögeln ſind viele ſtenotherm. Dagegen ſind zahlreiche Tiere der gemäßigten Zone eurytherm, d. h. unempfindlich gegen Temperaturſchwankungen. Das gilt z. B. für die Meerestiere der Strandregion unſerer Breiten. Pelſeneer hat eine große Anzahl von Verſuchen, beſonders an den Larven unſerer gewöhnlichſten Küſtentiere gemacht. Er konnte feſtſtellen, daß ſie im allgemeinen nur eine Temperaturerhöhung bis auf 30—31° C vertrugen, während ihnen eine Erniedrigung der Temperatur bis zum Gefrierpunkt des Seewaſſers — 2,6° C nichts ſchadete. Ein typiſch eurythermes Meerestier iſt die Auſter (vgl. S. 14).

Digitized by Google

Das gleiche ist bei den vorhin genannten Schneetieren der Fall, welche mittags in der Sonne 20—30° C über Null vertragen und nachts oft bei ebensoviel Grad unter Null einfrieren.

Daß sich die wechselwarmen oder poikilothermen Tiere der Außentemperatur gegenüber anders verhalten als die dauerwarmen oder homoiothermen, ist im I. Bd. S. 441 ff. schon ausführlich erörtert worden. Bei ersteren strahlt die durch Stoffwechselprozesse erzeugte Wärme in die Umgebung aus und erwärmt diese. Das wird, soweit unsere Kenntnisse bisher reichen, auch durch die Pigmente der Haut nicht verhindert. Bei den dauerwarmen Vögeln und Säugetieren werden die konstanten hohen Körpertemperaturen jedoch durch besondere Einrichtungen aufrecht erhalten.

Der notwendige Schutz gegen Ausstrahlung wird bei Vögeln wie Säugetieren durch besondere Schichten unter der Haut sowie insbesondere durch die Hautbedeckung vermittelt. Jene bestehen bei Vögeln wie Säugetieren zunächst aus Fett, welches speziell bei den Säugetieren vielfach sehr dicke Lagen bildet und als schlechter Wärmeleiter die Wärme der Muskeln sehr langsam an die Haut abgibt. Bei den Vögeln spielen die Luftsäcke eine sehr wesentliche Rolle, da sie wie Doppelfenster eine ruhende Luftschicht zwischen Körperinnerem und Außenwelt darstellen. Das Gefieder der Vögel bildet an und für sich schon einen sehr guten Schutz gegen Abkühlung. Die Mehrzahl der Konturfedern ist am unteren Ende mit Dunenfiedern versehen, welche im Verein mit den eigentlichen Dunen ein warmes Kleid um den Vogelkörper bilden. Das Wintergefieder ist viel dunenreicher als das Sommergefieder. Vögel, welche kalte Regionen bewohnen, sind dunenreicher als Tropenvögel. Auch der Pelz der Säugetiere ist aus zwei Elementen zusammengesetzt, den Grannenhaaren und den zwischen diesen verborgenen Wollhaaren. Im Sommerpelz tritt das Wollhaar gegenüber dem Grannenhaar sehr stark zurück. Bei Säugern, welche rauhe Zonen bewohnen, entwickelt sich im Herbst ein sehr dickes Wollhaar, welches oft das ganze Aussehen des Tieres verändert. Man kann dies schon bei unseren Haustieren, z. B. den Pferden, beobachten, deren glänzendes Fell im Winter eine Umwandlung in einen rauhen wolligen Pelz erfahren kann. Noch viel größer sind die Gegensätze zwischen Sommerpelz und Winterpelz bei den innerasiatischen Wildpferden, welche für die großen Kontraste des tibetanischen Höhenklimas eingerichtet sind. Ebensolche Gegensätze finden wir bei vielen anderen Huftieren, so z. B. Wildschafen und Steinböcken, Wisent und Bison, ferner Raubtieren, wie dem Schneeleoparden oder Irbis und dem sibirischen Tiger, der in seinem zottigen Winterpelz ein ganz anderes Bild darbietet als der wie Atlas glänzende bengalische Königstiger. Selbst Verwandte von Tieren, deren in der Gegenwart lebende Vertreter sehr haararm oder fast haarlos sind, haben in früheren Erdperioden, in denen sie kalte Klimate bewohnten, ein dichtes, zottiges Fell besessen. Es sind das z. B. Verwandte unserer Elefanten und Nashörner, wie das Mammut und das rauhhaarige Nashorn (Rhinocerus tichorinus). Speziell die Funde von im Eis eingefrorenen Mammuten, die man in Sibirien gemacht hat, und welche die vollkommen erhaltenen Körper dieser urzeitlichen Ungeheuer der Gegenwart überlieferten, haben uns auch Kunde von ihrem Pelz gebracht. Bewohner kalter Zonen, wie z. B. Eisbär, Eisfuchs und der sibirische Tiger, haben selbst im Sommerpelz ein dichteres Fell als ihre Verwandten in wärmeren Gebieten. Trotzdem sind es stets die Winterpelze, welche das begehrte Rauchwerk des Handels bilden. Die Bewohner des gleichmäßigen warmen Klimas der Tropen zeigen in der Regel ein gering entwickeltes Wollhaar. Eine Ausnahme machen zahlreiche Urwaldbewohner, bei denen der wohl eingefettete Pelz den Körper vor der Durchnässung durch die häufigen Regengüsse und damit vor übermäßiger Abkühlung infolge von Verdunstung beschützt. Affen, Baummarder, Halbaffen, Eichhörnchen und andere Säugetiere des Urwalds

Digitized by Google

sind infolgedessen vielfach durch ein sehr schönes und begehrtes Pelzwerk ausgezeichnet. Die Felle der großen Huftiere und Raubtiere der Tropen und Subtropen pflegen, wenn sie nach Europa kommen, durch ihr glattes, glänzendes Aussehen aufzufallen, welches durch das Überwiegen der Grannenhaare über die Wollhaare bedingt ist. Um so merkwürdiger ist es, daß solche Tiere, wie z. B. die großen Antilopen und Rinder Afrikas, die Zebras, aber auch manche Raubtiere, wie Löwen und Jaguare, in der Gefangenschaft, wenn sie in unseren Breiten den Winter im Freien zubringen müssen, wie das heutzutage in vielen zoologischen Gärten der Fall ist, einen regelrechten Winterpelz bekommen. Es scheint also, daß die Entwicklung des Winterpelzes eine allgemeine Fähigkeit der Säugetiere ist, zu welcher nur bei vielen Tieren in ihrer heißen Heimat der auslösende Reiz fehlt. Allerdings kommen manche der vorhin genannten Säugetiere in Hochländern vor, in denen die Temperatur oft sehr stark sinkt. So ist wohl anzunehmen, daß selbst unter dem Äquator auf den Hochsteppen Afrikas oder am Abhang der Anden die betreffenden Tiere auch unter natürlichen Verhältnissen zeitweise einen Winterpelz bekommen.

Auch die dauerwarmen Tiere strahlen Wärme in ihre Umgebung aus, und zwar um so mehr, je größer der Unterschied ihrer Eigentemperatur von der Außentemperatur ist. Wenn aber in diesem Punkt und in der Wirksamkeit des Wärmeschutzes gleichartige Verhältnisse vorliegen, so können durch die Größe der ausstrahlenden Fläche beträchtliche Verschiedenheiten herbeigeführt werden. Ein kleines Tier hat eine im Verhältnis größere Oberfläche als ein großes. Es muß daher auch mehr Wärme ausstrahlen. So finden wir denn die kleinsten Vögel in den wärmsten Gegenden; der einzige Kolibri, der in 4000—5000 m Höhe emporsteigt, ist der Riesenkolibri (Patagona gigas). Bergmann hat darauf hingewiesen, daß im allgemeinen von unseren Vögeln die größeren Arten der Gattungen weiter nach Norden gehen und später in die Winterquartiere aufbrechen. Neuerdings hat v. Boetticher gezeigt, daß von sehr vielen Vogelarten größere Rassen im Norden, kleinere im Süden verbreitet sind.

Die Vögel haben überhaupt im ganzen eine kleinere ausstrahlende Oberfläche als die Säugetiere, liegen doch bei ihnen die Vordergliedmaßen dem Rumpf dicht an, Ohrmuscheln fehlen ihnen, Schnabel und der nackte Lauf samt Zehen, die fast nur aus Haut, Knochen und Sehnen bestehen, kommen für die Wärmeabgabe gar nicht in Betracht. So finden wir denn, daß relativ viel kleinere Vögel der Winterkälte trotzen können, als Säugetiere, von denen bei uns der Hase die kleinste Form ist, die sich im Winter im Freien aufhält, während alle anderen Wintersäuger, wie Reh, Hirsch, Wildschwein, große Tiere sind. Hesse hat vielfach darauf hingewiesen, daß wir in der Herzgröße einen Maßstab für den bei frostfesten, dauerwarmen Tieren gesteigerten Stoffwechsel besitzen. Der Hase hat nach seinen Untersuchungen ein relatives Herzgewicht von 8,8‰, das höhlenbewohnende Kaninchen nur von 3,16‰; der Raubwürger, der im Winter bei uns bleibt, hat ein Herzgewicht von 16,5‰, der Neuntöter dagegen, der viel kleinere Zugvogel, nur von 11‰.

Die Säugetiere der Tropen, wie Giraffe, Gazelle, Gibbon und Spinnenaffe, können eine unverhältnismäßig größere Körperoberfläche aufweisen, als sie die plumpen kurzbeinigen Eisbären, Moschusochsen usw. der polaren Gegenden besitzen können. Säugetiere warmer Länder, welche eine sehr geringe Oberflächenentwicklung besitzen, wie Elefanten, Nashörner, Nilpferde, sind haarlos und wie wir früher (S. 423) schon erfahren haben, sehr der Abkühlung im Wasser bedürftig.

Der wesentliche Unterschied zwischen Kaltblütern und Warmblütern unter den höheren Wirbeltieren besteht darin, daß letztere in ihrem Mittelhirn vielleicht auch im verlängerten

Digitized by Google

Mark ein Zentrum besitzen, welches die Atmung, die Hautdrüsen und die Blutzirkulation besonders in der Haut dirigiert. Wenn Kaltblüter verschiedenen Temperaturen ausgesetzt werden, so steigt mit steigender Temperatur die Wärmeproduktion, um mit sinkender zu sinken. Bei Warmblütern steigert dagegen tiefe Außentemperatur den Stoffwechsel und führt dadurch stärkere Wärmebildung herbei. Dies geschieht hauptsächlich durch den Stoffwechsel in den Muskeln, welche reflektorisch Bewegungen (Zittern) ausführen. Auch bei Steigerung der Außentemperatur über ein gewisses Optimum findet, allerdings geringere, Steigerung der Wärmebildung im Warmblüterorganismus statt. Die Wärmeabgabe wird nun durch das vasomotorische Nervensystem derart reguliert, daß bei kalter Außentemperatur die Hautgefäße sich verengern und von weniger Blut durchströmt werden, das somit weniger von seiner Wärme abgeben kann. Bei hoher Außentemperatur dagegen erweitern sich die Hautgefäße und steigern damit die Möglichkeit der Wärmeabgabe. Bei den Säugetieren wird dies noch wesentlich durch die ebenfalls reflektorisch bei steigender Außentemperatur oder bei Zunahme der Wärme im Körper erfolgende Sekretion der Schweißdrüsen (vgl. S. 783) unterstützt. Der auf der Haut verdunstende Schweiß bindet Wärme, wodurch der Körper abgekühlt wird. Tiere ohne oder mit nicht funktionierenden Schweißdrüsen brauchen andere Hilfsmittel zur Wärmeabgabe. Hunde z. B. atmen heftig mit geöffnetem Maul und heraushängender Zunge, was die Wasserdampfabgabe bei der Respiration, die sonst gering ist, und die von den Schleimhäuten der Mundhöhle sehr steigert.

Unter den landbewohnenden Wirbeltieren können infolge ihres vorzüglichen Wärmeschutzes die Säugetiere am weitesten nach Norden vordringen. Nächst ihnen sind die mit dicken Fettpolstern versehenen Pinguine Tiere, welche sehr harte Kälte zu vertragen vermögen. Die Mehrzahl der Vögel entzieht sich aber, wie wir in einem früheren Kapitel ausführlicher erörtert haben, durch Wanderung in wärmere Regionen dem Einfluß der Winterkälte. Nun leben aber auch viele Reptilien, Amphibien, Fische und niedere Tiere in Gegenden der Erde, in denen ein strenger Winter herrscht. Unter den wirbellosen Tieren sind viele einjährig, d. h. sie kommen nur während der guten Jahreszeit in aktivem Zustande vor, während sie den Winter in irgendeinem Dauerzustand, z. B. als Ei, durchmachen. Aber auch unter den Wirbellosen sind manche genötigt, im erwachsenen Zustand zu überwintern. Wir haben das früher von den befruchteten Weibchen der Wespen und Hummeln gehört; dasselbe gilt für viele andere Insekten, welche entweder als Larve, als Puppe oder als Imago überwintern. Viele von ihnen suchen zu diesem Zweck verborgene Winterquartiere auf oder fertigen sich Gespinste und andere Schutzhüllen an. Diese sind aber mehr dazu bestimmt, sie vor Feuchtigkeit und vor Feinden zu bewahren, als ihnen einen Wärmeschutz zu gewähren; denn die betreffenden Arten verfallen unter starker Erniedrigung ihrer Körpertemperatur in einen Starrezustand, in welchem sie gegen große Kälte, Frost, ja selbst gegen Einfrieren sehr widerstandsfähig sind. Auch die Mollusken, vor allem Landschnecken, aber auch die Schnecken und Muscheln des Süßwassers machen einen solchen Zustand der Ruhe und des Hungerns im Winter durch. Bei den luftatmenden Wasserinsekten mit offenem Tracheensystem wird die Atemluft besonders im Anfang des Winters von Wasserpflanzen bezogen; später aber zeigt sich eine auffällige Herabsetzung des Sauerstoffbedürfnisses, welche der Winterstarre landbewohnender Insekten entspricht (Wesenberg-Lund). Ganz ähnlich verhält es sich mit der Winterstarre bei Reptilien, Amphibien und Fischen. Reptilien pflegen sich während der kalten Jahreszeit in Verstecke zurückzuziehen oder in der Erde zu verkriechen. Amphibien wühlen sich in Schlamm ein, was auch viele Fische tun, während andere am Boden der Gewässer fast bewegungslos, wie im Schlaf, verharren. Bei all diesen wechsel-

Digitized by Google

warmen Tieren sinkt die Körpertemperatur mit der Außentemperatur sehr stark. Die Kälte spielt eine große Rolle beim Beginn der Winterstarre. Wir werden aber gleich nachher sehen, daß bei ihnen wie bei den echten Winterschläfern der Beginn der Ruheperiode durch andere Vorgänge bedingt ist. Die Winterstarre der wechselwarmen Tiere unterscheidet sich von dem eigentlichen Winterschlaf der gleichwarmen Tiere meistens dadurch, daß sie sehr leicht unterbrochen werden kann. Eine vorübergehende Steigerung der Temperatur genügt oft, um solche Tiere zu erwecken. So konnte man in den letzten milden Wintern hier in Freiburg im Breisgau an schönen Tagen eine ganz auffallend reiche Tierwelt im Sonnenschein sich tummeln sehen. Vor allem waren die Insekten reichlich vertreten, z. B. viele Mücken, Motten und andere Schmetterlinge, Käfer, dazu noch Spinnen. Merkwürdigerweise konnte man im Dezember und Januar auch zahlreiche Fledermäuse, die ja zu den echten Winterschläfern gehören, umherfliegen sehen. In den Bayrischen Alpen konnte ich mitten im Winter auf schneebedeckten Berghängen noch auffallendere Beobachtungen machen. So fand ich an verschiedenen Orten außer vielen Insekten auf dem Schnee auch Regenwürmer, welche sich durch ihn hindurchgebohrt hatten. Bei Tegernsee fand ich an einem sonnigen Tag Exemplare der Bergeidechse (Lacerta vivipara) auf dem Schnee munter umherlaufen, obwohl die Schattentemperatur 6° unter 0 betrug; ich fing einige von ihnen ein, welche, als der Schatten des gegenüberliegenden Berghangs auf sie fiel, erstarrt waren, ehe sie wieder einen Schlupfwinkel hatten erreichen können. Alle diese Starrezustände sind zugleich Hungerperioden.

Der eigentliche Winterschlaf ist eine Eigentümlichkeit der Säugetiere. Die gleichfalls homoiothermen Vögel halten niemals Winterschlaf. Winterschläfer sind in unserer Fauna die Fledermäuse und viele Nager, dazu unter den Insektenfressern der Igel. Von den Nagern sind die bekanntesten Winterschläfer Murmeltier, Hamster, Ziesel, Siebenschläfer und Haselmaus. Manche Formen, die vielfach als Winterschläfer bezeichnet werden, sind es nicht im eigentlichen Sinne des Wortes und machen nur einen kürzer dauernden, leicht unterbrochenen Schlafzustand durch. Das ist z. B. beim Dachs und bei den Eichhörnchen der Fall, welch letztere sich in ausgepolsterte Nester im Winter zurückziehen, aber dort wie auch andere Nager Nahrungsvorräte eingesammelt haben, von denen sie bei Unterbrechungen des Schlafzustandes zehren. Übrigens ist der Winterschlaf auch bei den echten Winterschläfern nicht kontinuierlich, sondern durch mehrmaliges, z. B. beim Murmeltier fünf- bis zehnmaliges, Aufwachen unterbrochen. Die Tiere entleeren bei diesem Aufwachen Kot und Harn. Manche, wie die Ziesel, fressen dann auch. Die typischen Winterschläfer sind Tiere, welche sich von Insekten und Pflanzenteilen ernähren. Sie entsprechen also unter den Säugetieren jener Gruppe unter den Vögeln, welche im Winter als Zugvögel ihre Heimat verlassen haben.

Der Winterschlaf ist ein Schutzmittel dieser Säugetiere, welches in seinem Wesen so ziemlich der Enzystierung niederer Tiere entspricht. Im Winterschlaf verfallen die Tiere in einen lethargischen Zustand, während dessen sie starr sind, sich nicht bewegen und keine Nahrung aufnehmen. Viele von ihnen haben eine typische, zusammengerollte Haltung (Oberflächenverkleinerung), die Atemfrequenz und der Puls sind sehr herabgesetzt. Das Herz führt auch im arteriellen Teil des Kreislaufs kohlensäurereiches Blut. Die Körpertemperatur schwankt wie bei einem wechselwarmen Tier entsprechend der Außentemperatur und kann z. B. beim Ziesel sogar unter Null sinken. Nach Valentin zeigte ein winterschlafendes Murmeltier folgende Temperaturen:

Digitized by Google

Außentemperatur	Temperatur des Tieres
10,5° C	10,6° C
6,2° C	6,4° C
5,5° C	5,9° C
10,8° C	12,1° C
8,25° C	8,25° C.

Nach Dubois hatten vier verschiedene Murmeltiere bei einer Außentemperatur von 4° C folgende Körpertemperaturen 4,6°, 4,6°, 4,8°, 4,8°, nach Monti vier andere Exemplare bei 14,80° C Außentemperatur 14,75°, 14,55°, 14,15°, 14,30° C. Sehr bemerkenswert ist die Herabsetzung der Reizbarkeit für Sinneseindrücke bei den Winterschläfern. Wenn auch offenbar die Großhirntätigkeit ausgeschaltet ist, so ist die Reflexerregbarkeit doch vollkommen erhalten, was ja die Erweckung auf Reiz hin zeigt. Applizierte Reize steigern die Puls- und Atemfrequenz. Die Tiere sind imstande, auf alle möglichen Reize durch zweckmäßige Bewegungen zu reagieren, wenn diese auch verlangsamt sind. Wie bei Kaltblütern bleiben die abgeschnittenen Organe, z. B. der Kopf der Winterschläfer, noch lange erregbar, aber nur während des Schlafzustandes, bei herabgesetzter Temperatur. Der Stoffwechsel ist stark vermindert, er wird während des Winterschlafs zum größten Teil aus Fettvorräten bestritten. Diese sind von den Tieren während der guten Jahreszeit angesammelt worden; sie bilden mächtige Polster, welche z. B. bei den Murmeltieren eine vor allem in der Halsregion des Rückens sich ausbreitende Masse darstellen, die bräunlich gefärbt ist und von Blutgefäßen ganz durchflochten wird. Man hat sie wohl auch als Winterschlafdrüse bezeichnet. Während des Erwachens aus dem Winterschlaf erfolgt ein intensiver Verbrauch von Kohlehydraten, speziell Glykogen; letzteres ist in der Leber und anderen Organen angehäuft und hat sich meist während des Winterschlafs etwas vermehrt.

Der Winterschlaf dauert bei Fledermäusen und Murmeltieren 5—6 Monate, bei letzteren genau 160—163 Tage, bei Igel und Ziesel 3—4 Monate, bei Hamster, Siebenschläfer und Haselmaus 2—3½ Monate. Ebensolange währt bei dem Dachs und dem Eichhörnchen die Zeit, in welcher sie zurückgezogen leben und leicht in Schlafzustand verfallen. Vom Dachs ist hervorzuheben, daß er nur in der kältesten Periode des Winters in einen schlafähnlichen Zustand verfällt. Sein Weibchen trägt während des Winters ihre Jungen. Dasselbe gilt auch vom braunen Bär und Eisbär, welche beide ebenfalls fälschlicherweise oft als Winterschläfer bezeichnet werden. Sie haben allerdings eine Neigung, sich im Winter zurückzuziehen und viel zu schlafen, was wohl auch mit dem Lichtmangel in Zusammenhang zu bringen ist. Aber selbst in den höchsten Polarbreiten halten weder Eisbär noch Eisfuchs einen echten lethargischen Winterschlaf.

Die winterschlafenden Säugetiere werden wohl mit Recht den poikilothermen und homoiothermen Tieren als heterotherme gegenübergestellt, da sie sowohl bei annähernd konstanter Temperatur als auch bei wechselnder Temperatur des Körperinnern bestehen können. Sie haben vielfach auch im wachen Zustand relativ niedrige Bluttemperaturen, welche ein wenig mit der Außentemperatur schwanken; im gewöhnlichen Schlaf, bei Abmagerung, Krankheit usw. zeigen sie eine große Neigung zum Sinken der Temperatur, sie nähern sich damit Echidna und Ornithorhynchus, welche ja auch Winterschläfer sind. So hat man bei Fledermäusen bei 22° C Außentemperatur eine Körpertemperatur von 31° C festgestellt; bei Igeln sind Schwankungen zwischen 25 und 35° C, beim Siebenschläfer gelegentlich 30° C, beim Murmeltier 36° C gemessen worden. Die charakteristischste Eigenschaft der Winterschläfer ist ihre Fähigkeit, sich kalt zu machen, also zu Kaltblütern zu werden. Ein Zentrum im

Digitized by Google

Mittelhirn und im verlängerten Mark führt den Eintritt und das Aufhören des Winterschlafs herbei, indem es Atmung, Kreislauf und Stoffwechsel dirigiert und damit Wärmebildung und Wärmeausgabe beeinflußt.

Die niederen Säugetiere zeigen in dieser Beziehung bemerkenswerte Übereinstimmungen mit den Winterschläfern, die sie wohl von ihren poikilothermen Ahnen geerbt haben. Während bei Echidna jede Regulation der Körpertemperatur durch Atembewegungen, Schweißsekretion und Blutzirkulation in der Haut fehlt, ist bei Ornithorhynchus wenigstens eine angepaßte Kohlensäureproduktion, aber keine Regulierung der Atembewegungen zu konstatieren; Schweißdrüsen sind vorhanden. Bei den Beuteltieren ist die Anpassung an die Temperatur schon auf höherer Stufe, wenn auch noch nicht so vollkommen, wie bei den plazentalen Säugetieren. Sehr bemerkenswert ist die Tatsache, daß bei letzteren die jungen Lagersäuglinge mit unvollkommener Wärmeregulierung zur Welt kommen, während die Laufsäuglinge auch in diesem Punkt eine fertigere Organisation aufweisen. Der gleiche Unterschied besteht bei den Vögeln zwischen den Nesthockern und Nestflüchtern. Bei den jungen Tieren mit mangelhafter Wärmeregulierung ist eben das Zentralnervensystem mit seinen Wärmeregulierungszentren bei der Geburt noch nicht fertig entwickelt, was bei Nestflüchtern und Laufsäuglingen aber in hinreichendem Maß der Fall ist. Auch bei dem neugeborenen Kind des Menschen ist die Fähigkeit zur Wärmeregulierung nicht vollständig ausgebildet.

Plötzliche Änderung der Temperatur, und zwar sowohl nach oben als auch nach unten, ist der wichtigste Reiz, der die Erweckung aus dem Winterschlaf zur Folge hat. Während des Erwachens erfolgt ein sehr rasches Ansteigen der Körpertemperatur, d. h. man kann wohl mit Recht sagen, daß das Tier erwacht und dann warm wird. Merkwürdigerweise erwärmt sich zuerst der Vorder-, dann der Hinterkörper. Ziesel können z. B. mit noch ganz starren Hinterbeinen davonzuhumpeln suchen. Die Verbrennung des Glykogens vor allem der Leber und des Zuckers der Muskeln geht unter sehr starken Zitterbewegungen vor sich. Man hat bei der Haselmaus in 60 Minuten ein Ansteigen von 13,5 auf 35,75°, also um mehr als 22° festgestellt; bei einer Fledermaus betrug die Steigerung in 14 Minuten ebenfalls 22°, beim Murmeltier in 48 Minuten 12° C. Auch mitten im Winter können die Winterschläfer durch Erhöhung der Temperatur geweckt werden. Sie sollen aber im allgemeinen nicht so munter werden wie im Sommer, auch wenn sie dauernd wach bleiben. Erweckung aus dem Winterschlaf im Winter soll ihnen auch vielfach schädlich sein, wie es denn jedem Züchter von Amphibien und Reptilien bekannt ist, daß diese poikilothermen Tiere bei Unterbrechung oder Verhinderung der Winterstarre leiden. Erniedrigung der Temperatur unter Null Grad soll die Winterschläfer ebenfalls wecken; sie vergraben sich dann tiefer, erwärmen sich unter kräftigen Bewegungen oder fressen von ihren Nahrungsvorräten.

Es ist bemerkenswert, daß sinkende Temperatur den Eintritt des Winterschlafs nicht mit Notwendigkeit herbeiführt. Winterschläfer verfallen vielfach auch in warmen Räumen zur entsprechenden Jahreszeit in den lethargischen Zustand. So haben ja die Siebenschläfer ihren Namen davon, daß sie oft schon im August einen wochenlangen Schlafzustand beginnen. Viele tropische Tiere haben auch zur Zeit der größten Dürre und Hitze, wie wir in einem früheren Kapitel schon gehört haben, einen ganz entsprechenden Starre- und Schlafzustand. Wir haben das früher von Wirbellosen, Fischen, Amphibien und Reptilien erfahren und können hier hinzufügen, daß es auch für Säugetiere gilt, unter denen z. B. der Tanrek (Centetes) auf Madagaskar und die afrikanischen Igelarten einen solchen Sommerschlaf durchmachen. Auch Nahrung kann in reichlichem Maß den Tieren zu Gebote stehen oder

Digitized by Google

ihnen im Experiment dargeboten werden, ohne daß dadurch der Eintritt des Winterschlafs verhindert würde. Ähnliches gilt auch für Sommer- und Winterstarre der Poikilothermen. Wir können also aus allen unseren Erfahrungen den Schluß ziehen, daß gewisse Zustände im Zentralnervensystem für den Eintritt des Winterschlafs maßgebend sind. Vielleicht können wir sogar sagen, daß er ein weiteres Beispiel für jene durch periodische Wiederholung bedingten mnemischen Erscheinungen ist, die wir früher auf S. 766 erörtert haben. Wir dürfen wohl annehmen, daß auf die verschiedenen Arten der Winterschläfer seit unvordenklichen Zeiten in einer bestimmten Jahreszeit Nahrungsmangel und extreme Temperaturen einwirkten; das hatte zur Folge, daß sie in den Schutzzustand des Schlafs übergingen. Die langandauernde, regelmäßige Wiederholung des Vorganges hat in dem Organismus so tiefe Spuren hinterlassen, daß auch ohne Einwirken des ursprünglich notwendigen Reizes der lethargische Zustand sich rhythmisch von selbst einstellt. Man darf voraussetzen, daß eine Einwirkung mehrere Generationen lang erfolgen müßte, ehe dieser, dem sonst im 24stündigen Rhythmus sich wiederholenden gewöhnlichen Schlaf ähnelnde rhythmische Vorgang sich verwischen würde. Auch bei Poikilothermen, selbst bei Wirbellosen können wir einen ähnlichen Rhythmus feststellen. Bei Insekten finden wir ihn in auffälligster Weise von rhythmischen Erscheinungen im Leben ihrer Futterpflanzen abhängig. Der Starrezustand vieler Insektenlarven trifft nämlich, wenn sie Futterpflanzen haben, deren Laub abfällt, mit der Zeit des Laubfalls zusammen. Und zwar gilt dies sowohl für Formen, bei denen der Laubfall durch sinkende Temperatur, als auch für solche, bei denen er durch Dürre bewirkt wird. Pictet hat gezeigt, daß Raupen, welche sich von immergrünen Pflanzen ernähren, keinen solchen Starrezustand durchmachen; ja er konnte einen solchen auch durch Nahrungsmangel bei ihnen künstlich nicht hervorbringen. Mit Recht schließt er wohl hieraus, daß diese Formen deswegen keinen periodischen Starrezustand besitzen, weil sie in früheren Generationen keine Gelegenheit hatten, einen solchen zu erwerben, da kein Nahrungsmangel auf sie einwirkte.

Ich brauche wohl kaum eigens darauf hinzuweisen, daß die Temperatur einen großen Einfluß auf die Verbreitung der Tierwelt über die Erdoberfläche hat. Wir finden ganz bestimmte Arten an kalte, gemäßigte und warme Klimate gebunden. Im einzelnen ist aber die Verbreitung der Tiere ebenso stark durch die Geschichte der Landmassen sowie durch die Beschaffenheit der Fazies, durch Meeresströmungen usw. bedingt.

Eine sehr große Bedeutung für die Lebenserscheinungen der Tiere hat der periodische Wechsel der Temperaturen, welcher es mit sich bringt, daß, während im Gebiete um den Nordpol Winter herrscht, die südliche Halbkugel ihren Sommer hat und umgekehrt. Am deutlichsten zeigt sich diese Einwirkung, wenn wir die Tiere polarer Regionen mit denjenigen der äquatorialen Zone vergleichen. Die Periodizität im Leben der ersteren fehlt bei den letzteren vollkommen, wenn sie nicht durch lokale Bedingungen herbeigeführt ist. Wir haben früher schon (S. 485) vom Vorkommen und Fehlen solcher Periodizität bei den Fortpflanzungserscheinungen gesprochen, und damals schon haben wir angedeutet, daß der Temperatur beim Entstehen dieser Erscheinungen eine Hauptrolle zukommt. Wir sahen z. B., daß Tropentieren die Periodizität in der Fortpflanzung vollkommen fehlt, d. h. daß sie in allen Monaten des Jahres Eier legen oder Junge gebären können, wenn sie in einem gleichmäßig warmen Klima leben. Der gleiche Mangel an Periodizität tritt uns auch bei den ein gleichmäßig temperiertes Milieu bewohnenden Höhlen- und Tiefseetieren entgegen. Wir haben früher gesehen, daß in Ländern mit verschiedenen gegensätzlichen Jahreszeiten die Brunsterscheinungen und die Fortpflanzung der Tiere stets so fallen, daß die günstigste

Digitized by Google

Jahreszeit für die Entwicklung der Nachkommenschaft ausgenützt werden kann. Die betreffenden Zeiten sind also auf der südlichen Halbkugel immer ungefähr um sechs Monate gegen die betreffenden Termine der nördlichen Halbkugel verschoben. Verpflanzt man nun Tiere von der einen Halbkugel auf die andere, so wird ihre Fortpflanzungszeit in die verkehrte Jahreszeit fallen. Das gleiche gilt z. B. für Haarwechsel und Mauser. So hat man z. B. in unseren zoologischen Gärten vielfach zu eigenem Schaden beobachtet, daß der australische schwarze Schwan, der chilenische Schwarzhalsschwan, die Casarca und die Coscoroba im Winter zu brüten versuchten. Stets findet das Eierlegen so spät statt, daß die Bruten zugrunde gehen müssen. Ähnliches gilt für Wellensittiche und Zebrafinken. Von Säugetieren sind der Axishirsch und die Hirschziegenantilope zu erwähnen, deren Junge bei uns immer im Winter geboren werden. Immerhin läßt sich eine allmähliche Gewöhnung an den Wechsel unserer Jahreszeiten konstatieren, und zwar viel schneller bei Mauser und Haarwechsel als in der Fortpflanzung. Die Anpassung an die neuen Verhältnisse tritt meist erst nach einigen Generationen ein. Daher kann man sie bei Haustieren besonders gut beobachten. So haben Schafe und Pferde auf der südlichen Halbkugel die Zeit des Haarwechsels und der Brunst vollkommen geändert. Es tritt dies besonders deutlich bei den Schafen Argentiniens, des Kaplands und Australiens hervor.

Auch bei niederen Tieren, selbst bei einjährigen Formen, ist ein Einfluß des Jahreszeitenwechsels auf die Fortpflanzung unverkennbar. Im ersten Band S. 522 ff. wurden schon die zyklischen Fortpflanzungsweisen beschrieben. Schon beim gewöhnlichen Generationswechsel kann man eine gewisse Abhängigkeit des Auftretens der Generationen vom Klima erkennen, die bei der Heterogonie noch viel deutlicher wird. Gerade die im ersten Band erwähnten Fälle von Heterogonie bei Blattläusen, Cladoceren und Gallwespen zeigen sich insofern vom Klima beeinflußt, als die parthenogenetischen Generationen in einer anderen Jahreszeit auftreten als die zwei geschlechtlichen. Am deutlichsten tritt uns diese Abhängigkeit bei den Blattläusen entgegen, deren Fortpflanzung im Freien während des Sommers rein parthenogenetisch zu sein pflegt, während im Herbst bei sinkender Temperatur Männchen und Weibchen auftreten. Im Warmhaus gehalten, produzierte aber z. B. Aphis rosae mehrere (vier) Jahre hintereinander nur parthenogenetische Weibchen durch 50 Generationen hindurch.

Genauere Untersuchungen haben aber gezeigt, daß von einem direkten Effekt der Temperatur bei der Entstehung der Geschlechtstiere keine Rede sein kann. Das geht schon aus dem komplizierten Lebenszyklus hervor, den manche Arten besitzen. Wir haben früher schon (S. 573) die eigenartigen Gallen beschrieben, welche die Blattläuse aus der Gattung Chermes (Adelges) auf Nadelhölzern hervorrufen. Eine solche Chermes-Art (Ch. abietis) hat folgenden umständlichen Lebensweg zu durchlaufen. Überwinterte Weibchen an Fichten werden im Frühjahr reif, produzieren parthenogenetisch sich entwickelnde Eier, aus denen Junge entstehen, welche die Bildung von Gallen hervorrufen, in denen sie zu geflügelten Männchen und Weibchen heranreifen. Die meisten derselben wandern nun auf Lärchen, wo jedes Weibchen etwa 40 Eier ablegt. Aus diesen kriechen noch im gleichen Sommer nach 10—14 Tagen Junge aus, die an den Nadeln fressen. Im Herbst gehen sie an die Rinde des Lärchenstamms und überwintern in deren Spalten. Im nächsten Frühjahr wachsen sie heran und legen vom April an Eier, aus denen parthenogenetisch Junge entstehen, die auf die Nadeln wandern und dort zu geflügelten, parthenogenetischen Weibchen heranwachsen. Diese verlassen Ende Mai die Lärche, fliegen auf Fichten, wo sie sich auf die Unterseite der alten Nadeln niederlassen und dort gestielte Eier ablegen. Aus diesen entstehen noch im

Digitized by Google

FIGURE 7. Floral diagrams. A, Ranalian type (Ranales, Nymphaeales, Aristolochiales, Piperales, Illiciales, Laurales, Magnoliales, Myristicales, Annonales). B, Rosalian type (Rosales, Saxifragales, Myrtales, Geraniales, Sapindales, Celastrales, Rhamnales, Euphorbiales, Malvales, Parietales, Ebenales, Primulales, Diapensiales, Ericales, Theales, Cornales, Umbellales). C, Centrospermous type (Centrospermae, Caryophyllales). D, Polemonian type (Polemoniales, Solanales, Scrophulariales, Plantaginales, Lamiales, Campanulales, Rubiales, Dipsacales, Asterales). E, Liliian type (Liliales, Orchidales, Arales, Commelinales, Bromeliales, Zingiberales, Juncales, Cyperales, Poales). F, Arecalian type (Arecales, Cyclanthales, Pandanales). G, Typhalian type (Typhales, Sparganiales). H, Alismatalian type (Alismatales, Hydrocharitales). I, Triuridalian type (Triuridales). J, Juncaginalian type (Juncaginales, Potamogetonales, Najadales). K, Butomalian type (Butomales). L, Helobian type (Helobiae). M, Hydatellalian type (Hydatellales). N, Nymphaealian type (Nymphaeales). O, Aristolochian type (Aristolochiales, Piperales). P, Illician type (Illiciales). Q, Lauralian type (Laurales). R, Magnolian type (Magnoliales). S, Myristicalian type (Myristicales). T, Annonalian type (Annonales). U, Ranalian type (Ranales).

This content downloaded from 128.59.222.107 on Tue, 14 Oct 2014 19:37:50 PM
All use subject to JSTOR Terms and Conditions

Wenn Chermes-Weibchen im Frühjahr auf der Fichte bleiben, so vermehren sie sich nur parthenogenetisch, die Männchen und befruchtungsbedürftigen Weibchen bleiben aus. Die Rebläuse, welche den Weinkulturen Europas so unendlichen Schaden zugefügt haben und noch zufügen, sind ebenfalls ausschließlich parthenogenetische Weibchen. Die Geschlechtsformen und die Blattgallen kommen bei uns nicht vor.

Es scheint also, daß nur bei gewissen Formen von Blattläusen die Temperatur die Entstehung der Generationen direkt beeinflußt. Bei vielen anderen ist der Zyklus infolge der Wirkung der Vergangenheit der Art zu einem so fest geschlossenen geworden, daß keine Einwirkung äußerer Faktoren seinen Ablauf verhindert, wenn sie ihn auch begünstigen und beschleunigen können.

Ähnliches gilt auch für die Daphniden; trotz aller seither gemachten Untersuchungen gelten für sie immer noch im wesentlichen die Angaben, welche Weismann über den Ablauf ihres Lebenszyklus gemacht hat.

Er unterschied monozyklische Formen von polyzyklischen. Erstere sind Bewohner großer Gewässer, die nie austrocknen. So vermehrt sich z. B. Sida crystallina im Titisee und anderen Seen den ganzen Sommer hindurch parthenogenetisch; im Herbst treten Männchen und befruchtungsbedürftige Weibchen auf; deren befruchtete Eier sind Dauereier, welche den Bestand der Art über den Winter sichern. Polyzyklische Formen leben in Tümpeln und Sümpfen, überhaupt in leicht austrocknenden Gewässern. Auch bei ihnen sind die befruchteten Eier die Dauereier, welche Austrocknung und Einfrieren vertragen können und in der Regel die Art über den Winter erhalten. Sie werden aber nicht ausschließlich im Herbst gebildet, sondern es treten mehrmals im Jahre Männchen und befruchtungsfähige Weibchen auf. So finden sich bei Moina rectirostris und Moina paradoxa zwischen den parthenogenetischen Weibchen oft schon in der ersten Generation im Frühjahr Männchen und Weibchen, die befruchtet werden; sicher treten solche in den späteren Generationen von der zweiten ab auf. Bei Daphnia pulex sind in der ersten Generation nur parthenogenetische Weibchen vertreten, in der zweiten neben ihnen wenige ♂ und befruchtungsfähige ♀, in der dritten deren schon ziemlich viele, während die vierte, fünfte und sechste Generation fast stets vorwiegend aus beiderlei Geschlechtstieren besteht. Da bei ihnen die Dauereibildung die einzige Gewähr für das Überstehen einer Austrocknung ihres Heimattümpels bietet, da ferner Tümpel in allen Jahreszeiten austrocknen, so konnten nur solche Formen zu Tümpelformen werden, bei denen zu allen Zeiten unabhängig vom Einfluß der Temperatur Dauereier gebildet werden. Dagegen brauchen Bewohner großer dauernder Gewässer nur selten Dauereier zu bilden, um die nach Temperatur und Nahrungsmangel ungünstige Jahreszeit zu überstehen. Der Zyklus ist durch die Geschichte der Art bestimmt; bis zu einem gewissen Grad können äußere Einflüsse die Bildung von Dauereiern auslösen. Aber ganz willkürlich zu erzeugen sind sie, vor allem auch durch Temperatureinflüsse, nicht. Bei Freiburg ist Chydorus sphaericus sogar azyklisch, d. h. es haben sich immer nur parthenogenetische Weibchen, nie Männchen, befruchtete Weibchen und Dauereier gefunden.

Es hat sich nun gezeigt, daß durch äußere Faktoren, und zwar durch Temperatur (Kälte) und die eng mit ihr zusammenhängende Ernährungsintensität, sich das Auftreten der zwei geschlechtlichen Formen wenigstens bis zu einem gewissen Grad beeinflussen läßt. Die verschiedenen Arten, sogar Rassen der gleichen Art, verhalten sich in dieser Beziehung sehr verschieden. Stets läßt sich aber eine gewisse Veränderlichkeit der Fähigkeit bzw. Tendenz, zweierlei Geschlechtstiere hervorzubringen, feststellen. Nach den Untersuchungen von Woltereck, Scharffenberg und Papanikolau nimmt vom Frühjahr bis zum Herbst die Tendenz, zweierlei Ge-

Digitized by Google

schlechtstiere hervorzubringen, nicht nur bei jeder Generation, sondern auch bei jeweils den späteren Würfen der gleichen Generation zu. In der ersten parthenogenetischen Generation, in der normalerweise fast nie zweierlei Geschlechtstiere auftreten, lassen sich auch durch äußere Einflüsse (Temperatur, Ernährung) keine solchen erzielen, oder doch höchstens ausnahmsweise bei den letzten Würfen, die das Weibchen hervorbringt. Je spätere Generationen oder je spätere Würfe einer solchen, als Material des Experiments dienen, um so geringere äußere Einwirkungen genügen, um die Entstehung der Männchen und befruchtungsbedürftigen Weibchen zu veranlassen — und umgekehrt, um so intensiver muß man die äußeren Faktoren einwirken lassen, um die Fortdauer der parthenogenetischen Fortpflanzung herbeizuführen. Tiere der ersten Würfe der ersten Generation kann man, wie dies Woltereck getan hat, jahrelang parthenogenetisch weiter züchten, ähnlich den oben (S. 862) erwähnten Blattläusen. Bei den letzten Generationen eines Zyklus, speziell deren letzten Würfen ist die innere Tendenz zur Bildung von Männchen und befruchtungsbedürftigen Weibchen jedoch so ausgesprochen, daß die stärksten äußeren Reize keine Umstimmung mehr herbeiführen.

Ähnlich scheint es bei den Rädertieren zu stehen. Auch für diese gibt es zwei gegensätzliche Annahmen: daß ererbte Faktoren den Zyklus bedingen, und daß äußere Einwirkungen (Ernährung, Temperatur) die Erzeugung von befruchtungsfähigen Weibchen beliebig ermöglichen. Bei den Rotatorien, besonders bei der am meisten untersuchten Hydatina senta, besteht der Zyklus aus einer Reihe parthenogenetischer Generationen, aus denen schließlich befruchtungsfähige Weibchen hervorgehen; letztere können auch unbefruchtete Eier ablegen; aus diesen gehen aber im Gegensatz zu den parthenogenetischen Generationen (den Weibchengebärern) nur Männchen hervor. Daher werden sie als Männchengebärer bezeichnet, obwohl ihre Eier, wenn sie befruchtet werden, zu Wintereiern werden, aus denen die parthenogenetisch sich fortpflanzenden Weibchen hervorgehen. Das Auftreten der Männchengebärer scheint nun zwar auch durch innere Faktoren bedingt zu sein; aber auch hier spielen äußere Faktoren eine Rolle als auslösende Momente, wobei allerdings nach Shull Temperatur und Nahrung nur indirekt, gewisse im Wasser gelöste Substanzen direkt wirken.

Ausgesprochene Wirkungen der Temperatur oder richtiger des Wechsels zwischen einer wärmeren und einer kälteren Jahreszeit lassen sich aber doch bei einer Reihe von Tieren feststellen. Wie wir schon früher von dem Haarwechsel und der Mauser bei Säugetieren und Vögeln erfahren haben, stellen diese Erscheinungen Anpassungen an die jeweiligen Temperaturverhältnisse dar. Beim Eintritt der kalten Jahreszeit verstärkt sich die gegen Wärmeausstrahlung schützende Körperbedeckung, um beim Eintritt der warmen Jahreszeit wieder schwächer zu werden. Vermehrung und Verminderung der Haare und Federn sind ziemlich intensive, oft relativ stark in das Leben der Tiere eingreifende Vorgänge. Noch besser als beim Zuwachs der Federn und Haare können wir das bei deren Abwurf beim Eintritt der warmen Jahreszeit feststellen. Vögel, die sich mausern, sind allerdings durch die Herbstmauser in höherem Grade in Anspruch genommen, da sie bei dieser einen großen Teil ihrer alten Federn abwerfen und durch neue ersetzen. Bei der Frühlingsmauser erfahren sie aber eine viel größere Veränderung ihres Aussehens, da während derselben die Schmuckfedern und alle jene Besonderheiten des Gefieders, welche das Hochzeitskleid ausmachen, sich entwickeln. Bei den Säugetieren ist vielfach der Abwurf der Wollhaare im Frühsommer besonders auffallend. Sie verlieren dann große Mengen von Haaren, die oft in filzigen Massen zusammenhängend abgeworfen werden. Ein Kamel, ein Bison oder Wisent bietet während dieses Vorganges einen sehr merkwürdigen Anblick dar; in großen Fetzen hängt dann das im Abwurf befindliche Haarkleid am Körper des Tieres herab, während dazwischen

Digitized by Google

Transcribed from Seitz

Fig. 1. Paar des Großen Eisvogels (*Limenitis populi*) in Kopula. Das Männchen (links) ist kleiner und hat eine schmalere Binde auf den Hinterflügeln als das Weibchen (rechts). Beide Tiere sitzen auf einem Blatt der Zitterpappel (*Populus tremula*), deren Blattstiele seitlich abgeflacht sind. Natürliche Größe.

Die Flügel sind in der Ruhestellung dachförmig über dem Körper zusammengelegt. Bei manchen Arten, wie dem Kleinen Fuchs (*Aglais urticae*), sind die Vorderflügel so weit nach hinten gezogen, daß sie die Hinterflügel fast vollständig bedecken; bei anderen, wie dem Großen Kohlweißling (*Pieris brassicae*), überragen die Vorderflügel die Hinterflügel nur wenig. Die Flügelform variiert stark: Es gibt schmalflügelige Arten mit spitzen Vorderflügeln und breitflügelige mit abgerundeten Rändern. Der Saum der Hinterflügel ist bei vielen Arten gezähnt oder geschwänzt, wie bei den Schwalbenschwänzen (*Papilio*).

Die Flügelfläche besteht aus einer doppelten Chitinmembran, zwischen der Adern verlaufen, die zugleich Blutbahnen und Tracheen enthalten. Das Geäder ist für die Bestimmung der Arten wichtig. Es wird nach einem System benannt, das auf Comstock und Needham zurückgeht. Die Längsadern heißen Costa, Subcosta, Radius, Media, Cubitus und Analis, die Querverbindungen werden durchnummeriert. Bei manchen Gruppen, etwa den Bläulingen (*Lycaenidae*), sind einzelne Adern reduziert oder verschmolzen.

Die Beschuppung ist nicht gleichmäßig. Auf den Adern stehen die Schuppen dichter als in den Feldern dazwischen, und an den Rändern bilden sie oft einen Fransensaum. Die Schuppen sind kurz gestielt und liegen dachziegelartig. Sie lassen sich leicht abstreifen, ohne daß der Flügel beschädigt wird; das Tier verliert dabei nur wenig Material.

Die Beine sind sechsgliedrig und tragen an den Tarsen zwei Krallen. Bei den Männchen der Familie der Edelfalter (*Nymphalidae*) sind die Vorderbeine oft verkümmert und werden beim Laufen nicht benutzt; man nennt sie deshalb Putzbeine. Die Mittel- und Hinterbeine dienen der Fortbewegung. Die Tarsen tragen Haftlappen, mit denen das Tier auf glatten Flächen Halt findet.

Der Kopf trägt ein Paar Facettenaugen, drei Punktaugen und ein Paar Fühler. Die Fühler sind keulig, borstig oder gefiedert; ihre Form ist ein wichtiges Bestimmungsmerkmal. Die Mundwerkzeuge bilden einen Saugrüssel, der aus zwei miteinander verhakten Maxillen entsteht. Im Ruhezustand ist er spiralig eingerollt.

Schmetterlingsformen der Südsee-Inseln.

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig.

HARVARD UNIVERSITY

Digitized by Google

Selenia tetralunaria Hufn. (Taf. XV, Abb. 8) ist z. B. die Winterform von S. aestiva Stgr. (Taf. XV, Abb. 9).

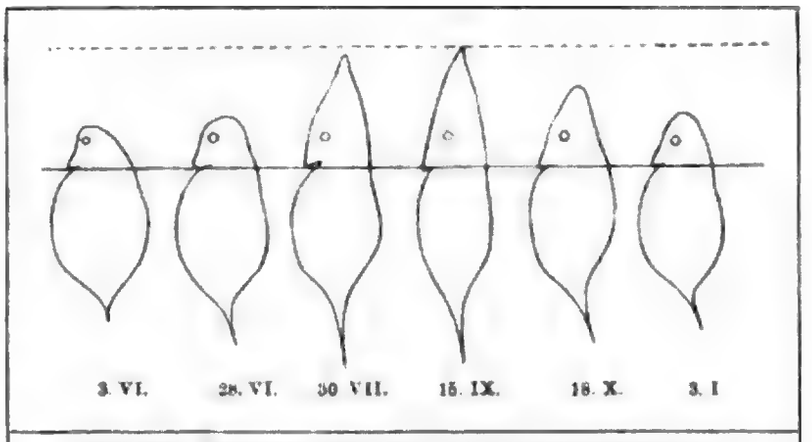


Abb. 709. Hyalodaphnia, Variation der Helmhöhe und Schwanzstachellänge. Nach Wesenberg-Lund und Woltereck.

Saisondimorphismus kommt auch bei vielen tropischen Schmetterlingen vor; in allen Teilen der Welt, deren tropisches Klima eine ausgesprochene Regenzeit aufweist, treten viele Schmetterlinge in einer Trockenzeit- und einer Regenzeitform auf, welche oft voneinander sehr verschieden sein können. Ein Blick auf die Tafel XV zeigt uns die großen Kontraste im Aussehen beider Generationen, welche besonders bei den afrikanischen Arten der Gattung Precis sehr auffallend sind (Taf. XV, Abb. 6 u. 7). Da kann die sehr unscheinbare Regenzeitform einen strahlend roten oder blauen Schmetterling in der nächsten Generation aus sich hervorgehen lassen. Bei den Arten der Gattung Prioneris ist in den beiden Generationen die Ausdehnung der schwarzen Farbe und der Ton des Gelb auf der Unterseite sehr verschieden (Taf. XV, Abb. 4 u. 5). Bei anderen Formen sind die Unterschiede der Generationen geringer, erstrecken sich nur auf die Größe der Individuen oder die Intensität der Färbung.

Ein ähnlicher Saisondimorphismus findet sich auch bei vielen Wassertieren, und zwar ist er besonders bei Cladoceren, ferner auch bei Rädertierchen und einigen Protozoen beobachtet worden. Alle die hier in Betracht kommenden Tiere sind Planktonorganismen, und zwar meist solche des Süßwassers. Der Dimorphismus betrifft bei ihnen nicht die Farbe, sondern die Form und Größe der Individuen. Man hat feststellen können, daß bei vielen dieser Planktonorganismen die bei höherer Wassertemperatur, also im Sommer, entstehenden Individuen an ihrem Körper Fortsätze tragen können, welche bei den Kälteformen fehlen oder doch schwächer ausgebildet sind, und umgekehrt, überhaupt daß Dimensionen, Verhältnisse und Umrisse des Körpers bei ihnen von den Individuen der kalten Jahreszeit erheblich unterschieden sein können. Abb. 710 zeigt uns auf Grund der Forschungen von Lauterborn solche „Temporalvariation" bei dem Rädertier Anuraea cochlearis aus dem Rheingebiet. Die Abbildung erläutert uns am besten die Veränderungen; die Dimensionen des Panzers sind umgekehrt proportional der Höhe der Wassertemperatur. Wintertiere haben besonders lange Dornen, Sommertiere kurze; letzteren fehlt vielfach der Hinterdorn. Bei Daphniden erstreckt sich die Variation vor allem auf die Helmhöhe (Abb. 709) oder die Gesamtgröße der Individuen. Über diese Erscheinungen haben Wesenberg-Lund, Lauterborn, Ostwald, Woltereck zahlreiche interessante Untersuchungen angestellt. Aus ihnen geht hervor, daß bei der Entstehung der Temporalvariationen jedenfalls die Temperatur eine wichtige Rolle spielt, ebenso die Ernährung, welche ja von der Temperatur abhängig ist.

Zahlreiche Experimente sind im Lauf der Zeit angestellt worden, um das Problem zu lösen, ob es die Temperatur selbst ist, welche diese verschiedenen Erscheinungen des Dimorphismus direkt bedingt. Es gibt eine ganze Reihe von Beobachtungen, welche von vorn herein für diese Annahme zu sprechen schienen. So hatte man z. B. festgestellt, daß an Orten

Digitized by Google

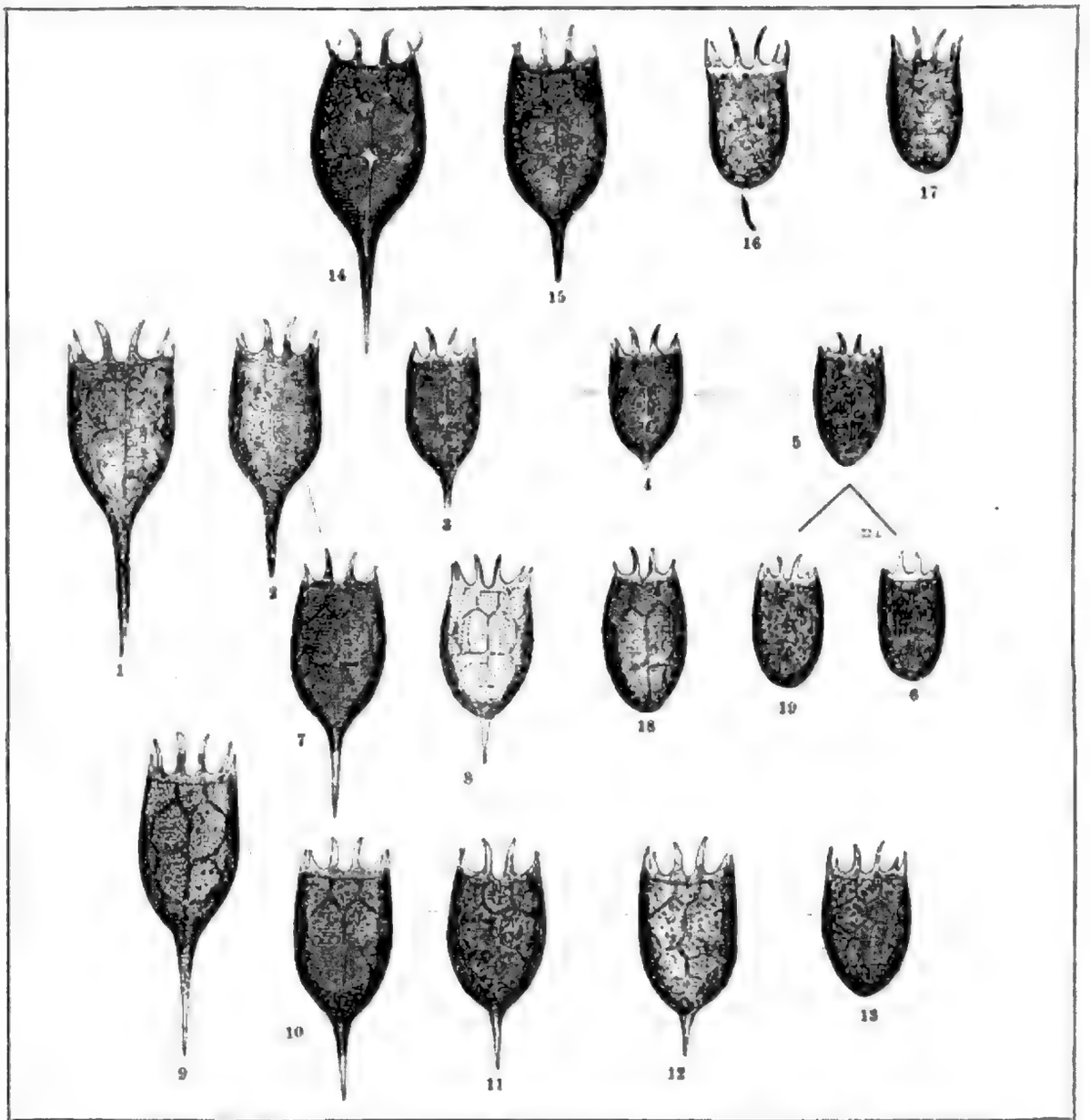


Abb. 710. Typen aus dem Formenkreis von Anuraea cochlearis.
1—6 Tecta-Reihe. 1 var. macracantha mit sehr langem Hinterdorn, 2, 3 der typischen Form mehr oder weniger nahestehende Formen; 4 forma micracantha mit sehr kurzem Hinterdorn; 5, 6 var. tecta. Der Hinterdorn ist verschwunden, die Vorderdornen sind sehr kurz, in Abb. 6 am distalen Ende abgerundet.
7—8 Hispida-Reihe. 7 forma pustulata, die einen Übergang zur ausgebildeten var. hispida bildet; 8 var. hispida. Der ganze Panzer mit einem dichten Dörnchenbesatz überzogen.
9—13 Irregularis-Reihe. 9, 10 forma connectens, den Übergang zu var. macracantha vermittelnd; 11 forma angulifera; 12 var. irregularis; 13 forma ecaudata ohne Hinterdorn. 14—15 Robusta-Gruppe.
16—17 var. leptacantha. 16 Form mit scharf abgegliedertem Hinterdorn; 17 Form ohne Hinterdorn (forma ecaudata); die Grenzen der Panzerplatten fast völlig verschwunden.
18 var. tecta forma maior. 19 var. tecta forma punctata. Nach Lauterborn. Aus Steuer, Planktonkunde.

mit extremer Temperatur, besonders dann, wenn die Feuchtigkeitsverhältnisse und die Lichtwirkung in eigenartiger Weise mit jener kombiniert waren, an den Tieren sich gewisse Abänderungen feststellen ließen. Diese Abänderungen betrafen insbesondere die Farbe der Tiere. So gibt es an Orten von extremer Temperatur, z. B. in hohen Gebirgen, in Moorgegenden usw., häufig schwärzlich oder sonstwie dunkel gefärbte Varietäten von Arten, welche in jenem Gebiet verbreitet sind. In den Alpen z. B. kommen einige Schmetterlingsarten, welche in der Ebene hell gefärbt sind, in dunklen, sogenannten melanistischen Varietäten vor.

Digitized by Google

Ebenso sind die schwarzen Varietäten unserer Schlangen, besonders der Ringelnatter und Kreuzotter, hauptsächlich im Gebirge und in Moorgegenden gefunden worden. Auch in besonders kalten Jahren hat man ein häufigeres Vorkommen von melanistischen Varietäten im ganzen Verbreitungsgebiet der betreffenden Arten festgestellt.

Melanismus scheint nun nicht nur durch besonders tiefe, sondern auch durch extrem hohe Temperaturen verursacht zu werden. In sehr heißen Sommern ist ebenfalls ein häufigeres Vorkommen desselben konstatiert worden. Im Gebiete des Mittelmeeres findet man auf einer größeren Anzahl von kleinen Felseninseln, die gleichzeitig der Wirkung der Brandung, sehr starkem Licht und hohen Temperaturen ausgesetzt sind, auffallende schwarze Varietäten von Eidechsen. Am bekanntesten ist die auf der Oberseite kohlschwarze Varietät der Mauereidechse, welche auf der Figarolaklippe bei Capri vorkommt.

Die experimentelle Forschung hat eine Bestätigung der in den vorstehenden Abschnitten angedeuteten Annahme gebracht. Beebe hat neuerdings südamerikanische Vögel der Gattung Scardafella in feuchter und heißer Luft gehalten und dadurch eine solche Veränderung ihres Gefieders erhalten, daß z. B. S. inca nach der ersten Mauser zu S. dialeucos, nach der zweiten zu S. ridgewayi wurde, die man bis dahin für wohlunterschiedene Arten hielt. Im weiteren Verlauf der Versuche traten ganz neue, in freier Natur unbekannte Färbungen auf. Schon Dorfmeister und Weismann hatten nachgewiesen, daß die Winter- und Sommergenerationen unserer einheimischen Schmetterlinge durch Temperatureinflüsse erzeugt sind. Setzt man eine Puppe von Vanessa levana während ihrer Ruhe einer tiefen Temperatur aus, so schlüpft aus ihr nicht, wie in der freien Natur, ein Exemplar der Sommerform aus, sondern ein Exemplar, welches durchaus der Winterform zuzurechnen ist. Je nach dem Grad der Kälte und der Dauer ihrer Einwirkung können auch alle möglichen Übergangsformen zwischen typischen Vanessa levana und Vanessa prorsa hervorgebracht werden. Manche dieser Varietäten waren in freier Natur niemals beobachtet worden; eine von ihnen aber war schon bekannt und unter dem Namen Vanessa prorima (Taf. XV, Abb. 3) beschrieben worden. Wird die Winterpuppe hohen Temperaturen ausgesetzt, so entwickelt sich auch aus ihr die Sommerform des Schmetterlings. Entsprechende Experimente ergaben für andere saisondimorphe Schmetterlinge ganz analoge Ergebnisse.

Ja, es zeigte sich im Verlauf solcher Versuche, vor allem von Standfuß, sogar, daß alle möglichen Schmetterlingsarten, die in der Natur keinen Dimorphismus aufweisen, durch Einwirkung von Kälte stark verändert werden können. Zum Teil werden sie so abgeändert, daß von z. B. bei uns lebenden Schmetterlingen nördliche oder südliche Typen gebildet werden, welche in unseren kälteren oder wärmeren Nachbarländern als Vertreter der betreffenden Schmetterlingsart vorkommen. Hie und da entstehen bei diesen Versuchen Formen, die in der Natur nur in seltenen Einzelfällen gefunden werden, und welche man daher als Aberrationen zu bezeichnen gewohnt war. Und wie wir das vorhin für Vanessa levana schon kennen gelernt haben, so wurden auch bei diesen Experimenten zahlreiche Formen erzielt, welche in der freien Natur überhaupt noch nicht beobachtet worden waren. Besonders geeignete Objekte für diese Versuche sind die Schmetterlinge aus der Gattung Vanessa, also unser großer und kleiner Fuchs, Distelfalter, Trauermantel und Admiral sowie auch die Bärenspinner. Die Abbildungen der Tafel XVI geben einige Beispiele von solchen durch Temperaturwirkung erzielten Abänderungen. So sehen wir z. B. in Abb. 1 bis 3 verschiedene Formen des Trauermantels, welche durch Wärme (Abb. 1) und durch Kälte (Abb. 2 u. 3) herbeigeführt worden sind. Durch den Einfluß der Wärme wird die atlasglänzende braune Grundfarbe der Oberseite des Trauermantels trüb und staubig, in manchen Fällen

Digitized by Google

Fig. 1. Papilio machaon L. ♂ Fig. 2. Papilio machaon L. ♀ Fig. 3. Papilio machaon L. ♀ ab. sphyrus Hb. Fig. 4. Papilio machaon L. ♀ ab. hippocrates Fabr.

Große Exemplare der Stammform Deutschlands, die ich von Mecklenburg in Anzahl vorliegen, können Durchmesser von 8,5 cm erreichen. Die Grundfarbe ist ein lebhaftes Gelb, die Flügelwurzel ist von blauschwarzer Bestäubung durchsetzt, die Binde ist breit, die Augenflecke sind groß, die Submarginalbinde der Hinterflügel ist breit, die Randbinde ist ziemlich breit, die Saumlinie ist fein. Die Unterseite ist blaß gelb, die Binde ist breit, die Augenflecke sind groß, die Submarginalbinde ist breit, die Randbinde ist ziemlich breit, die Saumlinie ist fein. Die Unterseite ist blaß gelb, die Binde ist breit, die Augenflecke sind groß, die Submarginalbinde ist breit, die Randbinde ist ziemlich breit, die Saumlinie ist fein. Die Unterseite ist blaß gelb, die Binde ist breit, die Augenflecke sind groß, die Submarginalbinde ist breit, die Randbinde ist ziemlich breit, die Saumlinie ist fein.

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Wärmewirkungen wurden dadurch erzielt, daß die Puppen zuerst drei bis sechs Tage bei einer Temperatur von 36—37° C, dann drei bis sechs Tage bei normaler Temperatur, d. h. bei 20—24° C gehalten wurden. Die Kälteformen wurden dadurch erzeugt, daß die Puppen gleich nach der Verpuppung einige Tage im Eiskasten, dann bis zum Ausschlüpfen bei Zimmertemperatur gehalten wurden. Die im Eiskasten einwirkenden Kältegrade betrugen kaum einige Grad unter Null.

Bei diesen Experimenten traten vielfach aus der Natur als Aberrationen oder als Vertreter in bestimmten Gegenden bekannte Formen hervor. So ähnelt die auf Tafel XVI Abb. 7 dargestellte Wärmeform von V. atalanta einer Varietät der kanarischen Inseln. Wendet man dagegen größere Kältegrade und eine etwas abweichende Versuchsanordnung an, wie das Fischer in der Verfolgung der zuerst von Standfuß ausgeführten Experimente getan hat, so erhält man Formen, welche sich von dem Normaltypus sehr weit entfernen. Wie die Abb. 711 zeigt, ließ sich dadurch, daß die Puppen von Vanessa antiopa, dem Trauermantel, in Intervallen immer wieder einer tiefen Temperatur von — 3 bis — 8° ausgesetzt wurden, eine ganze Menge von Formen erzielen, welche zum Teil sehr stark von der Ausgangsform abwichen. Auch auf der Unterseite zeigten sich bei diesen Tieren die gleichen Abänderungen, die auf eine immer größere Ausbreitung des schwarzen Pigments hinausliefen. Auf der Oberseite verschwanden bei vielen Exemplaren die blauen Flecken; bei solchen Individuen gewann der gelbe Rand vielfach eine beträchtliche Ausdehnung wenn er auch stets durch einen zarten Schleier von schwarzem Pigment verdüstert erschien. Wie Abb. 711, 9—11 zeigt, kann der gelbe Rand auch auf der Unterseite sich verbreitern, wird aber auch dann mit dunklem Pigment bestäubt, ja er kann sogar, wie Abb. 711, 11 zeigt, vollkommen verschwinden, so daß die Unterseite eines Schmetterlings ganz schwarz ist, während das gleiche Tier, dargestellt in Abb. 711, 8, die größte Ausdehnung des gelben Randes auf der Oberseite aufweist.

Ähnliche Versuche führten mit gleichen Resultaten Merrifield und jahrelang auch Weismann aus. Ein besonders interessantes Ergebnis der Versuche von Fischer war, daß extreme Kälte und extreme Wärme die gleichen Resultate ergab, d. h. in beiden Fällen entstanden in der Mehrzahl der Versuche sehr melanistische Schmetterlinge.

Aus all diesen Experimenten ergibt sich, daß die Temperatur tatsächlich bei den Schmetterlingen starke Veränderungen herbeiführen kann. Die Resultate stimmen gut mit den Beobachtungen in der freien Natur überein. Im allgemeinen führt eine nicht zu starke Erhöhung der Temperatur die Bildung hellerer Schmetterlinge herbei, während die Kälte die Tiere verdunkelt. So kann man sogar durch Wärme die Farben des Weibchens von Parnassius apollo in die des Männchens umwandeln; auch die weißliche Flügelfarbe des Weibchens von Gonopteryx rhamni wird durch höhere Temperatur in das starke Zitronengelb des Männchens übergeführt. Demgegenüber ist aber, wie wir schon erwähnten, Vanessa levana, die Frühjahrsgeneration, von hellerem Färbungscharakter als Vanessa prorsa, die Sommerform. Temperatureinwirkung auf die Raupen hatte viel geringere Veränderungen der Schmetterlinge zur Folge. Da bei hoher Temperatur die Raupen sich viel früher verpuppen, fressen sie weniger; die auskriechenden Schmetterlinge werden also beträchtlich kleiner. Immerhin haben sich auch einige Abänderungen in der Gestalt und der Färbung der Flügel gezeigt.

Das wichtigste Ergebnis der Temperaturversuche an Schmetterlingen war jedoch die Feststellung, daß die durch Kältewirkung abgeänderten Formen, wenn sie zur Fortpflanzung gelangen, imstande sind, ihre neu erworbenen Eigenschaften scheinbar durch Vererbung auf

Google

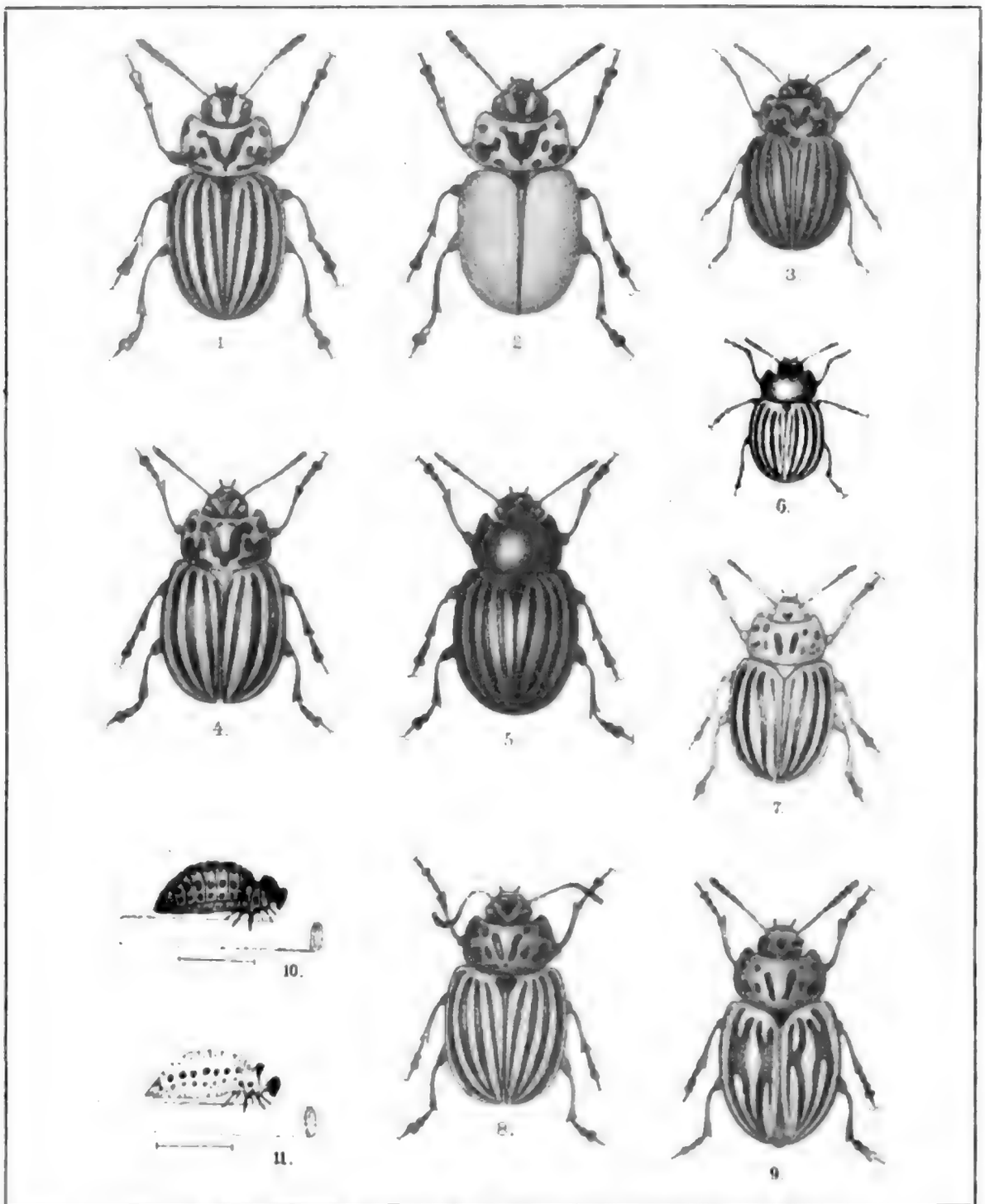


Abb. 712. Leptinotarsa. In freier Natur gefundene und experimentell erzeugte Formen.
1. Leptinotarsa decemlineata; 2. L. angusto-vittata, extreme Variante von 1; 3 L. rubicunda; 4 L. multitaeniata; 5 L. melanothorax; 6 L. defecto-punctata; 7. L. pallida; 8. L. decemlineata; 9 L. tortuosa; 10. Larve von L. multitaeniata, 11. Larve von L. rubicunda. Vergr. 2 mal.
Nach Tower. Aus Morgan.

ihre Nachkommen zu übertragen. Schon Standfuß und nach ihm Weismann erhielten als Nachkommen von Exemplaren des kleinen Fuchs (Vanessa urticae), die durch Kälteeinwirkung abgeändert gewesen waren, Schmetterlinge, welche allerdings in abgeschwächtem Maße die neuen Eigenschaften ihrer Eltern zeigten. Und dies war der Fall, obwohl die junge Generation im Puppenstadium keine Kältewirkungen erfahren hatte, sondern unter normalen

Digitized by Google

Verhältnissen aufgezogen worden war. Noch viel deutlichere Resultate erhielt Fischer bei entsprechenden Versuchen mit dem deutschen Bär Arctia caja. Bei dieser Art erzielte er eine von der bunten Normalform sehr stark abweichende Abberration durch Einwirkung einer Kälte von — 8° C. Ein Pärchen dieser dunkeln Kälteform lieferte eine größere Anzahl von Nachkommen, von denen die Mehrzahl normal waren, einige wenige jedoch, wenn auch in abgeschwächtem Maße die Abänderung der Eltern deutlich erkennen ließen.

Die wichtigen Ergebnisse dieser Versuche finden eine Ergänzung in den Resultaten, welche Tower in Nordamerika am Kartoffelkäfer und seinen Verwandten erzielte. Sein Hauptversuchsobjekt war der Koloradokäfer (Leptinotarsa decemlineata). Er arbeitete mit ungeheuren Mengen von Käfern bzw. ihren Larven und erhielt infolgedessen sehr sichere und wichtige Ergebnisse. Durch leichte Abweichungen der Temperatur nach oben sowie nach unten erhielt er in seinen Zuchten eine Tendenz zum Melanismus. Steigerte oder verminderte er dagegen die Temperatur in erheblicherem Maße, so erhielt er Formen, bei denen eine geringere Pigmentbildung, als bei den Normaltieren sich zeigte, also albinistische Formen. Entsprechende Varietäten finden sich in der freien Natur in den verschiedenen von dem Käfer bewohnten geographischen Gebieten. Die Veränderungen erfolgen auch dann, wenn die Eier verschiedenen Temperaturen ausgesetzt werden; dann werden die Farben der jungen Larven abgeändert. In allen möglichen Stadien lassen sich solche Abänderungen erzielen. Sie zeigen sich aber nur dann bei den fertig entwickelten Käfern, wenn auch die Puppen einer veränderten Temperatur unterworfen worden sind. Bei jeder Häutung kann die Färbung durch Einflüsse abgeändert werden.

Ganz entsprechende Resultate erhielt Tower, wenn er statt der Temperaturverschiedenheiten verschiedene Grade von Feuchtigkeit auf die Tiere einwirken ließ. Auch hier erzeugen geringe Abweichungen von der Norm melanistische, größere Abweichungen albinistische Varietäten. Bei Kombination beider Faktoren ergab sich folgendes: Wärme und Trockenheit befördert die Entstehung albinistischer, Kälte und Feuchtigkeit die melanistischer Varietäten. Alle die hier erwähnten Abänderungen waren ausschließlich auf den Körper der betreffenden Individuen beschränkt und wurden infolgedessen, da keine Einwirkung auf die Keimzellen stattgefunden hatte, nicht auf die Nachkommenschaft übertragen.

Nun erzielte aber Tower dennoch bei seinen Versuchen gewisse Resultate, welche mit den vorhin erwähnten von Standfuß, Weismann und Fischer übereinstimmen. Wurden die Tiere extremen Temperaturen und Feuchtigkeitsverhältnissen in der Zeit ausgesetzt, in welcher ein Schub von Keimzellen in der Reifung begriffen war, so wurde eine starke Abänderung der entstehenden Nachkommen erzielt. Als Tower vier Männchen und vier Weibchen von Leptinotarsa decemlineata einer extremen Hitze von ca. 35° C und gleichzeitig trockener Atmosphäre aussetzte, und zwar während der Zeit, in der ihre drei ersten Eisätze die Periode des Wachstums und der Reifung durchmachten, erhielt er eine große Anzahl stark abgeänderter Nachkommen. Und das, obwohl die Elterntiere sich nicht verändert hatten und mit ihren Jungen in absolut normalen Bedingungen weiter lebten. Aus 506 Larven ergaben sich 98 erwachsene Käfer. Von diesen waren 14 normale Exemplare von decemlineata (Abb. 712, 1), 82 jedoch entsprachen der albinistischen Varietät pallida (Abb. 712, 7), zwei weitere der Varietät immaculothorax. Die Eltern brachten noch zweimal Eier hervor, die nun, da sie unter normalen Verhältnissen gereift waren, normale decemlineata lieferten. Diese durch Einwirkung auf die Keimzellen erzielten abgeänderten Formen erwiesen sich nun als Mutationen, d. h. als Formen, welche ihre neuen Eigenschaften auf ihre Nachkommen vererbten, auch wenn auf ihre Eier keine solchen äußeren Einwirkungen ausgeübt wurden, wie

Digitized by Google

sie bei ihren Eltern stattgefunden hatten. Es zeigt sich aus diesen Versuchen, daß tatsächlich durch Einwirkung von Temperatur und Feuchtigkeit Abänderungen hervorgerufen werden können, die, wenn sie auch auf die Keimzellen der Tiere eingewirkt hatten, vererbt werden. Wesentlich scheint in allen Fällen, daß die Einwirkung in einer bestimmten Entwicklungsperiode erfolgt, welche man als die „sensible Periode" bezeichnet, und welche oft nur sehr kurz ist.

Erbliche Wirkungen von Temperatur und Feuchtigkeit haben sich nun neuerdings in einer weiteren Reihe von Fällen angeblich nachweisen lassen. So will Kammerer die Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans), deren Brutpflegeform wir früher (S. 629) kennen gelernt haben, dazu gebracht haben, ihre Entwicklung in einer vom normalen Typus abweichenden Form durchzuführen. Durch erhöhte Temperatur (25—30° C) wurden die Kröten veranlaßt, sich dauernd im Wasser aufzuhalten, wo sie sich auch begatteten und ihre Eier ablegten. Deren Gallerte quoll dann auf, die Eier schwammen im Wasser; das Männchen konnte sie nicht um seine Beine schlingen und mit sich an Land schleppen. Aus einzelnen der Eier in diesen Eischnüren entwickelten sich einige Larven; deren werden es mehr, wenn die Kröten sich an das Leben und Laichen im Wasser gewöhnt haben. Überhaupt die Zahl der Eier ist größer geworden, dabei sind sie kleiner und dotterärmer, nicht mehr gelb, sondern schwarz gefärbt. Aus ihnen kriechen Larven aus, die auf einem jüngeren Stadium stehen als unter normalen Verhältnissen. Sie haben noch äußere Kiemen, ein Paar wie es für Alytes charakteristisch ist, während die Normallarven beim Ausschlüpfen schon die inneren Kiemen haben. Schon in der nächsten Generation zeigte sich die Vererbung dieser neuen Eigenschaft, indem die jungen Kröten in ihrer ersten Eierlegeperiode das Wasser aufsuchten und dort ihre zahlreichen, kleinen, dunklen Eier in Schnüren ablegten, ohne sich weiter um sie zu kümmern. In späteren Generationen wurden die Eier noch kleiner, dunkler und hatten dickere Gallerthüllen. Die Larven wurden dunkler, hatten kleineren oder gar keinen Dottersack, und ihre Kiemen waren kürzer, gröber gebaut und in der fünften Generation waren sie gar als äußere Kiemen an allen drei Kiemenbögen entstanden. Die Männchen dieser späteren Generationen bildeten Brunstschwielen aus, hatten stärkere Armmuskeln und eine einwärts gedrehte Haltung der Arme, was alles ihnen erlaubte, unter den erschwerten Verhältnissen im Wasser die Weibchen so festzuhalten, wie es bei den wasserlaichenden Batrachiern üblich ist.

Nicht weniger merkwürdig sind die Abänderungen, welche durch erhöhte Temperatur unter weitgehender Entziehung des Wassers und unter Lichtabschluß von Kammerer bei der gleichen Kröte erzielt wurden. Er erhielt dann riesige Eier, aus denen nicht mehr Kaulquappen, sondern junge Frösche mit Hinterbeinen auskrochen. Aus ihnen entstehen Zwergindividuen, welche wenige, sehr große und sehr dotterreiche Eier produzieren. Bei fortgesetzter Einwirkung der experimentellen Bedingungen krochen auch aus diesen Larven mit Hinterbeinen aus; hatte man die Tiere wieder in normale Verhältnisse versetzt, so war doch noch eine Nachwirkung zu erkennen, indem die Larven wenigstens stummelförmige Hinterbeine besaßen. Diese Versuche werfen ein interessantes Licht auf die verschiedenen Brutpflegevorgänge, die wir S. 628 bei Fröschen der Tropen kennen gelernt haben.

Ebenso wichtig sind die Untersuchungen Kammerers über die Beeinflussung der Fortpflanzungsverhältnisse bei unsern beiden Salamanderarten (vgl. S. 638) durch Temperaturbedingungen.

Wir haben S. 633 die Fortpflanzung des gefleckten und des Alpensalamanders schon kennen gelernt und die Beziehung zu den Lebensverhältnissen der beiden Arten dargelegt. Beide Arten greifen gegenseitig in ihr Verbreitungsgebiet über. Der Einfluß der Tempe-

Digitized by Google

Nymphalidae.

SMITHSONIAN LIBRARIES

Digitized by Google

ratur äußert sich dann in der Weise, daß der Feuersalamander in hochgelegenen kalten Gebieten weniger Nachkommen als gewöhnlich produziert und sie auf einem späteren Entwicklungsstadium absetzt. Alpensalamander bilden dagegen im wärmeren Klima des Tieflands bis zu vier Larven, die auf relativ frühen Entwicklungsstadien zur Welt kommen. Kammerer hat nun durch Nachahmung der extremen natürlichen Bedingungen entsprechende Resultate erreicht. Bei Wasserentziehung und Kälte entwickelten in seinen Experimenten gefleckte Salamander immer weniger, schließlich nur mehr zwei Junge, die als fertige Landsalamander geboren wurden und sich von dem Nahrungsbrei ernährt hatten, den der Zerfall der übrigen Eier geliefert hatte. Alpensalamander wurden durch entgegengesetzte Einflüsse zur Produktion zahlreicher (bis zu neun) frühgeborener Larven gezwungen.

Auch hier trat in der nachfolgenden Generation ein deutlicher Einfluß der erzwungenen Abänderung zutage. Die Alpensalamander gebaren von selbst kiementragende, flachschwänzige Wasserlarven, während die Jungen der Feuersalamander in ungewöhnlich vorgeschrittenen Stadien, einmal sogar als kiemenlose, rundschwänzige, echte Landmolche zur Welt kamen.

Alle diese Experimente zeigen uns eine sehr weitgehende Abhängigkeit der Tierformen von der Temperatur, welche uns erlaubt, manche Anpassungen der Tiere als von ihr direkt bedingt anzusehen.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß bei manchen Tieren ein zwangsmäßiges Aufsuchen von Regionen mit bestimmter Temperatur gefunden worden ist. Ein solcher sog. Thermotropismus ist nur bei niederen Tieren, bei Amöben, Paramäcien usw. bisher nachgewiesen worden. Genauer analysiert sind die Erscheinungen bisher noch nicht. Jedenfalls dürfen wir aber mit ihnen gewisse Beobachtungen in Zusammenhang bringen, z. B. das massenhafte Eindringen von Fliegen im Herbst in Zimmer und Ställe, das Aufsuchen von warmen Verstecken durch Wespen- und Hummelweibchen, vielleicht auch gewisse Wanderungsvorgänge bei Tieren (vgl. S. 554).

Temperatureinflüsse machen sich nach den Untersuchungen von R. Hertwig und seinen Schülern in ausgesprochener Weise an den tierischen Zellen bemerkbar, indem sie das Mengenverhältnis von Kernsubstanz und Protoplasma, die sog. Kernplasmarelation, verändern. Mit diesen Veränderungen werden die ebenfalls von Hertwig und seiner Schule, aber auch von Nußbaum u. a. entdeckten Beeinflussungen der Vermehrungsweise der Organismen in Zusammenhang gebracht. Temperatur und die offenbar von ihr stark beeinflußte Ernährung bzw. Stoffwechselintensität hat einen deutlichen Einfluß auf das Auftreten geschlechtlicher Vorgänge bei gewöhnlich ungeschlechtlich sich fortpflanzenden Tieren, z. B. bei den Süßwasserpolypen (Hydra viridis und fusca), bei dem Sonnentierchen Actinosphaerium und Infusorien. Ja, es sind sogar Versuche gemacht worden, aus denen ein Einfluß der Temperatur auf die Bestimmung des Geschlechtes hervorgeht. Während eine bei der Durchschnittstemperatur von 19° C gezüchtete Normalkultur des Borstenwurms Dinophilus nach v. Malsen Männcheneier und Weibcheneier im Verhältnis von 1 : 2,4 hervorbrachte, stieg das Verhältnis bei 13° C auf 1 : 3,5, sank es bei 26° C auf 1 : 1,7. Hunger hatte übrigens bei Normaltemperatur dieselbe Wirkung wie erhöhte Temperatur bei normaler Ernährung. Nach Hertwig, Kuschakewitsch und Witschi läßt sich die eigentümliche undifferenzierte Anlage des Geschlechtsorganes der Frösche bei gewissen Rassen noch in späten Stadien durch Temperatureinflüsse in eine bestimmte Entwicklungsrichtung zwingen. Es sind verschiedene Temperaturgrade und ein Wechsel zwischen solchen, die bei den einzelnen Rassen das Entstehen von Männchen und Weibchen begünstigen.

Google

Fig. 1. Ventral view of the head of *Ceratophyllus fringillae* (Siphonaptera, Ceratophyllidae).

Mandibles (Fig. 2) are elongated and slender, with a long, sharp, curved apical tooth and a row of 5 to 7 small teeth on the ventral edge. Maxillae (Fig. 3) are composed of a cardo, a stipes, a palpus and a galea. The cardo is a small, triangular sclerite. The stipes is a long, slender, curved sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The palpus is a 5-segmented appendage, with a long, sharp, curved apical tooth on the last segment. The galea is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Labium (Fig. 4) is composed of a prementum, a labial palpus and a labella. The prementum is a long, slender, curved sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The labial palpus is a 3-segmented appendage, with a long, sharp, curved apical tooth on the last segment. The labella is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Hypopharynx (Fig. 5) is a long, slender, curved sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 6) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 7) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 8) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 9) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 10) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 11) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 12) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 13) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 14) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 15) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 16) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 17) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 18) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 19) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 20) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 21) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 22) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 23) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 24) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 25) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 26) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 27) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 28) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 29) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 30) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 31) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 32) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 33) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 34) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 35) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 36) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 37) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 38) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 39) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 40) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 41) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 42) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 43) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 44) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 45) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 46) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 47) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 48) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 49) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 50) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 51) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 52) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 53) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 54) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 55) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 56) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 57) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 58) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 59) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 60) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 61) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 62) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 63) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 64) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 65) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 66) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 67) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 68) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 69) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 70) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 71) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 72) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 73) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 74) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 75) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 76) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 77) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 78) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 79) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 80) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 81) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 82) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 83) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 84) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 85) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 86) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 87) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 88) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 89) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 90) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 91) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 92) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 93) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 94) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 95) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 96) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 97) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (Fig. 98) is composed of a salivary duct, a salivary gland and a salivary reservoir. The salivary duct is a long, slender, curved tube, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary gland is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. The salivary reservoir is a small, triangular sclerite, with a row of 3 to 5 small teeth on the ventral edge. Salivary pump (F

des Waſſers kennen gelernt haben. Auf eine ſolche Annahme weiſen uns auch die oben angeführten Experimente Kammerers bei Alytes und Salamandra hin ſowie ſeine neueſten Erfahrungen am Grottenolm (Proteus anguineus), der bei Temperaturen über 15° C Eier ablegt, bei ſolchen unter 10° C jedoch lebendig gebärend iſt.

15. Kapitel.

Das Licht.

Die Lichtſtrahlen der Sonne ſind von der größten Bedeutung für alle lebenden Organismen. Sie liefern die Energie, welche in den Pflanzen die organiſche Subſtanz aufbaut, die, wie wir früher geſehen haben, die Urnahrung für die geſamte Tierwelt darſtellt. Somit hängt die Exiſtenz der Tierwelt indirekt vom Licht ab. Aber auch direkte Beziehungen des Lichtes zur Tierwelt laſſen ſich nachweiſen, und manche derſelben ſind von großer Bedeutung. Das Sonnenlicht und die es zuſammenſetzenden Strahlengattungen üben einen Einfluß auf die lebende Subſtanz aus, der vielleicht größer iſt, als man gegenwärtig allgemein annimmt. Es ſcheint zwar, daß außer jenen Arten, welche mit pflanzlichen Organismen in Symbioſe leben (vgl. S. 262), die Tiere im allgemeinen das Sonnenlicht nicht direkt als Kraftquelle ausnützen. Ja es ſcheint ſogar, daß für manche Tiere das Sonnenlicht geradezu verderblich wirkt. Man weiß, daß gewiſſe Bakterienarten, z. B. die Typhusbakterien, vom Sonnenlicht getötet werden. Auch manche niedere Tiere, ſo z. B. manche Protozoen und Paraſiten aus den verſchiedenſten Gruppen, ſcheinen gegen Sonnenlicht ſehr empfindlich zu ſein. Manche Angaben in der Literatur deuten darauf hin, daß Tiere, welche ſonſt dauernd in der Dunkelheit leben, ſterben, wenn ſie längere Zeit dem Licht ausgeſetzt werden. So wird dies nicht nur für Tiefſeetiere, ſondern auch für Höhlenformen angegeben. Es exiſtieren aber noch keine genauen Unterſuchungen, welche beweiſen, daß nicht andere Verhältniſſe den Tod der betreffenden Tiere bewirkten, alſo z. B. bei Höhlentieren Austrocknung, bei Tiefſeetieren ungeeignete Zuſammenſetzung des Meerwaſſers. Jedenfalls iſt aber bekannt, daß bei Anweſenheit gewiſſer Farbſtoffe Tiere im Licht gegen Gifte empfindlich werden, welche im Dunkeln keinen Einfluß auf ſie haben. Infuſorien z. B., welche man durch Zuſatz eines fluoreſzierenden Farbſtoffs ſenſibiliſiert hat, ſterben unter dem Einfluß minimaler Doſen von Chinin im Lichte ab, während ſie im Dunkeln ohne Schaden weiter leben. Aus ſolchen Verſuchen kann man ſchließen, daß das Licht unter beſtimmten Umſtänden, bei Anweſenheit gewiſſer Stoffe, auf das Plasma eine tödliche Wirkung ausüben kann. Sicher iſt, daß das Licht einen Einfluß auf den Sauerſtoffverbrauch und die Kohlenſäureausſcheidung der Tiere beſitzt. Auch für den Fettſtoffwechſel gewiſſer Krebſe ſpielt nach den Unterſuchungen von Bauer das Licht eine wichtige Rolle, indem es eine Reaktionsbeſchleunigung herbeiführt. Ferner ſcheinen gewiſſe Verſuche darauf hinzuweiſen, daß die verſchiedenen Strahlengattungen auf Stoffwechſel und Wachstum der Tiere einen verſchiedenen Einfluß haben.

Es kann uns daher nicht verwundern, wenn wir in vielen Fällen das Plasma der Zellen gegen Licht geſchützt finden. Als Lichtſchutz dienen im Tierkörper vorwiegend Pigmente. Pigmente kommen bei Tieren ſowohl in der Haut als auch in tiefer gelegenen Körperſchichten vor. Unzweifelhaft findet die Bildung bzw. die Vermehrung des Hautpigmentes unter dem Einfluß des Lichtes ſtatt. Die Haut des Menſchen iſt ein guter

Digitized by Google

Beweis hierfür. Wenn der weiße Menſch ungewöhnlich ſtarker Sonnenſtrahlung ausgeſetzt wird, ſo bildet ſich in der Haut bräunliches Pigment, nachdem ein Entzündungsvorgang vorausgegangen iſt. Die Pigmentlage wirkt wie ein Schirm und macht die Haut nunmehr für intenſive Lichtwirkung unempfindlich. Auf ſolchen Schutz gegen übermäßige Lichtwirkung iſt es auch zurückzuführen, daß bei vielen Tierformen während der Embryonal- oder Larvenſtadien Blutgefäße und manchmal auch das Nervenſyſtem von pigmenthaltigen Zellen eingehüllt werden. Es iſt nicht ſicher, welche Strahlen durch ſolche Pigmente vom Protoplasma ferngehalten werden ſollen. Wir dürfen aber annehmen, daß es vor allem die chemiſch wirkſamen ſein werden. Intereſſante Beweiſe ſind neuerdings für die Wirkung der Pigmentierung als Lichtſchirm bei Reptilien geführt worden. Bei dieſen iſt vielfach in ähnlicher Weiſe, wie das auch bei Fiſchen vorkommt, die Leibeshöhle mit einer pigmentierten Zellſchicht innerlich ausgekleidet. Bei Eidechſen und Schlangen iſt oft das Bauchfell tiefſchwarz gefärbt. Man fragt ſich unwillkürlich, was denn eine ſolche Pigmentlage im Innern des Körpers für eine Rolle ſpielen kann. Nun gibt es Reptilien, bei denen das Bauchfell nicht pigmentiert iſt. Es ſind das z. B. die Nachtgeckonen, während bei den Tageidechſen ein dunkel pigmentiertes Bauchfell vorkommt. Experimente, die Secerow neuerdings durch Einlegen von photographiſchen Papieren in die Leibeshöhle von Eidechſen angeſtellt hat, haben ergeben, daß tatſächlich in die Leibeshöhle der Nachtgeckonen Licht eindringen kann, welches aus derjenigen der Taggeckonen durch das als Lichtſchirm wirkende pigmentierte Peritoneum ferngehalten wird. Bemerkenswert iſt die Tatſache, daß gerade die Gegend der Geſchlechtsorgane bei den Tageidechſen durch ein dichtes Pigment geſchützt iſt. Auch ſonſt ſpielt Pigment als Lichtſchutz oft eine wichtige Rolle. Vor allem kommt dies bei den Lichtſinnesorganen in Betracht; dieſelben ſind bei faſt allen Tieren mit einem beſonderen Pigment, das rot und ſchwarz ſein kann, verſehen. Bei niederen Wirbelloſen erkennen wir die Lichtſinnesorgane makroſkopiſch vielfach nur an dem Vorhandenſein des Pigments. Es umhüllt die Sinneszellen, ſchützt ſie vor zu intenſiver Beſtrahlung und bewirkt vor allem, daß das Licht nur in beſtimmten Einfallsrichtungen zu ihnen dringen kann. Verſchiebung des Pigments macht die Lichtſinnesorgane für verſchiedene Lichtſtärken geeignet, indem bald mehr, bald weniger Lichtſtrahlen durch den Pigmentmantel zu den Sinneszellen zugelaſſen werden. Bei manchen ſtarker Sonnenſtrahlung ausgeſetzten Flachwaſſerfiſchen ſoll nach Weber die bei Wirbeltieren ſtets als Lichtſchirm wirkende Iris noch dadurch in ihrer Funktion unterſtützt werden, daß eine kontraktile, kompliziert gebaute Falte von oben in den Pupillarraum der Iris herabhängt, ein ſogenanntes Operculum pupillare. Ein ſolcher Lichtſchirm findet ſich z. B. bei dem Plattfiſch Psettodes erumei.

Die Lichtwirkung macht es auch verſtändlich, daß vielfach bei Fiſchen und anderen Tieren die dem Boden zugekehrte Seite farblos iſt, während die nach oben gewendete Seite Pigmentierung aufweiſt. Nicht immer iſt die nach oben gekehrte Seite die Rückenſeite, die nach unten gekehrte die Bauchſeite. Der Schiffshalter Echeneis iſt ein Fiſch, welcher mit der an ſeinem Kopf befindlichen Haftſcheibe ſich ſo an Schildkröten und Haifiſche anſaugt, daß ſeine Bauchſeite nach oben gekehrt iſt; dementſprechend iſt auch ſeine Färbung gerade umgekehrt angeordnet wie bei anderen Fiſchen. Die Schollen und die übrigen mit ihnen verwandten Plattfiſche liegen bekanntlich nicht mit der Bauchſeite, ſondern mit der rechten oder linken Seite ihres Körpers, welche ſomit funktionell zur Bauchſeite wird, dem Boden auf. Immer iſt bei ihnen die dem Boden zugekehrte Seite hell und unpigmentiert. Cunningham hat zuerſt gezeigt, daß bei Belichtung von unten ſich auch ihre Bauchſeite pigmentiert.

Digitized by Google

Diese Tatsachen sind zwar einwandfrei festgestellt, es fragt sich aber, ob wir sie auf eine direkte Einwirkung des Lichtes beziehen dürfen. Nicht immer bedingt Lichtmangel auch den Mangel an Pigment und Lichtfülle eine starke Pigmentierung. Wir wären sonst gezwungen, anzunehmen, daß die an der Oberfläche des Meeres, im stärksten Sonnenlicht schwimmenden Planktontiere dunkel pigmentiert sein müßten. Das vollkommene Gegenteil hiervon ist aber tatsächlich der Fall. Die typischen Planktontiere sind von einer glashellen Durchsichtigkeit, von der meist nur wenige Organe, vor allem die Geschlechtsorgane ausgenommen sind. Nun werden aber nicht alle Pigmente im Licht vermehrt; es gibt vielmehr eine ganze Anzahl unter ihnen, welche durch das Licht zerstört werden. Es liegt also durchaus die Möglichkeit vor, daß im durchsichtigen Körper der Planktontiere nur solche Pigmente bildungsmöglich sind, welche vom Licht zerstört werden.

Wie wir schon hieraus entnehmen können, sind die Pigmente der Tiere von ganz verschiedener Natur, und wir können wiederum daraus schließen, daß sie jeweils verschiedene Rollen im Tierleben spielen. Manche Pigmente müssen sicher ihrer Färbung entsprechend als Filter für bestimmte Strahlengattungen dienen.

Die meisten Tiere, jedenfalls die am Tag wachenden und im Hellen lebenden Formen, werden durch das Licht angeregt und belebt. Ja wir können sagen, daß das ganze Aussehen der Lichttiere abweicht von demjenigen der Dunkelbewohner. Lichttiere sind farbig und bunt, oftmals durch Zeichnungen und den Wechsel verschiedener Farben ausgezeichnet. Die Intensität und Mannigfaltigkeit der Färbung ist größer bei den Tieren der Tropen als bei den Tieren gemäßigter Zonen. Auch in den Hochgebirgen, in denen die Lichtstrahlung so ausgiebig ist, treten uns farbenstarke Tiere entgegen, ebenso in den Polargebieten mit ihrem langen Sommertag. Wir wissen nichts darüber, ob das Licht einen direkten Einfluß auf die Entstehung dieser lebhafteren Färbung besitzt; wir können vorläufig nur feststellen, daß mit der größeren Intensität des Lichtes das Vorkommen lebhafterer Färbung zusammentrifft.

Auch im Meer tritt uns der gesetzmäßige Zusammenhang zwischen der Wirkung des Lichtes und der Färbung der Tiere aufs deutlichste entgegen. Die Tiere der Oberflächenschichten sind es allein, welche die ungeheure Farbenmannigfaltigkeit aufweisen, die uns in früheren Kapiteln unter den verschiedensten Gesichtspunkten beschäftigt hat. Die größte Verschiedenheit der Färbungen tritt uns auch hier in den Tropengebieten entgegen, wo im Seichtwasser, z. B. auf den Korallenriffen sich oft eine Zusammendrängung der buntesten Tierformen findet. Damit ist nicht gesagt, daß in nordischen Gebieten bunte Tiere fehlten; aber in den Tropen ist die Menge und Mannigfaltigkeit der auffallend gefärbten Tierformen größer.

Sobald wir Tiere aus größeren Tiefen, aus jenen Regionen, in welche das Licht nur mehr als schwache Dämmerung oder gar nicht mehr eindringt, untersuchen, fällt uns eine große Einförmigkeit in deren Färbung auf. Bei den Tiefseetieren sehen wir einige wenige Farbenkleider wie eine Uniform sich wiederholen. Während die Mehrzahl der im freien Wasser gefangenen, also wohl dem intermediären Plankton angehörigen Formen purpurne Farbtöne oder ein tiefes Samtschwarz zeigen, finden wir bei den Bodenbewohnern vielfach bleiche, gelbliche bis weißliche Färbungen, welche auf mehr oder minder vollkommenem Pigmentmangel beruhen. Das schließt nicht aus, daß manche Bodenformen noch insbesondere rötliche Färbungen aufweisen, während auch manche Mitglieder des intermediären Planktons blaß und fahl erscheinen. Pigmentlosigkeit und Pigmentarmut tritt uns vor allem bei den Schwämmen, den Cölenteraten, Würmern und Mollusken der Tief-

Digitized by Google

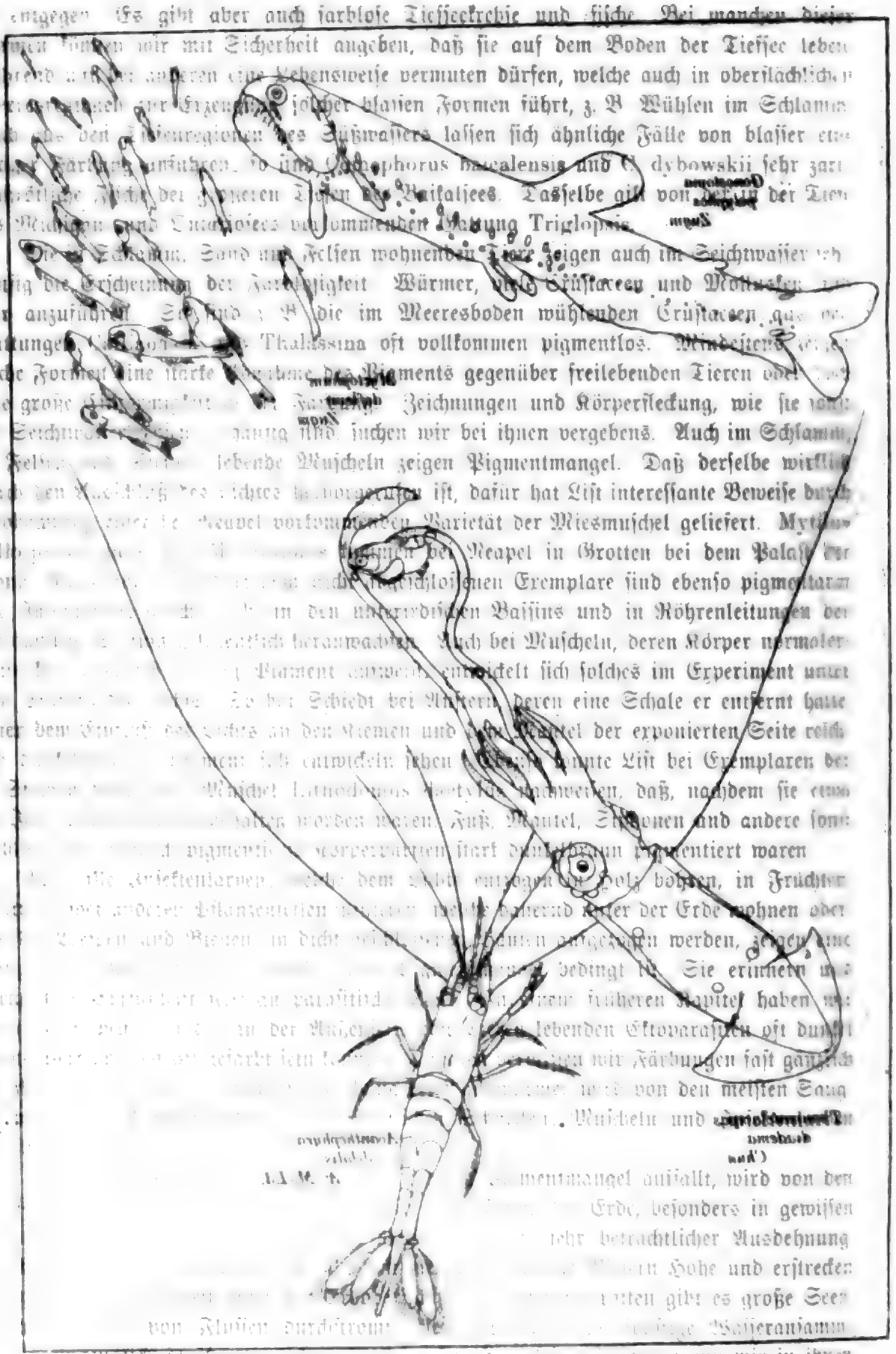


Fig. 1. Ventral view of the head of *Ceratophrys cornuta*.

see entgegen. Es gibt aber auch farblose Tiefseekrebse und -fische. Bei manchen dieser Formen können wir mit Sicherheit angeben, daß sie auf dem Boden der Tiefsee leben, während wir bei anderen eine Lebensweise vermuten dürfen, welche auch in oberflächlichen Meeresregionen zur Erzeugung solcher blassen Formen führt, z. B. Wühlen im Schlamm. Auch aus den Tiefenregionen des Süßwassers lassen sich ähnliche Fälle von blasser eintöniger Färbung anführen; so sind Comephorus baicalensis und C. dybowskii sehr zarte blaßrötliche Fische der größeren Tiefen des Baikalsees. Dasselbe gilt von der in der Tiefe des Michigan- und Ontariosees vorkommenden Gattung Triglopsis.

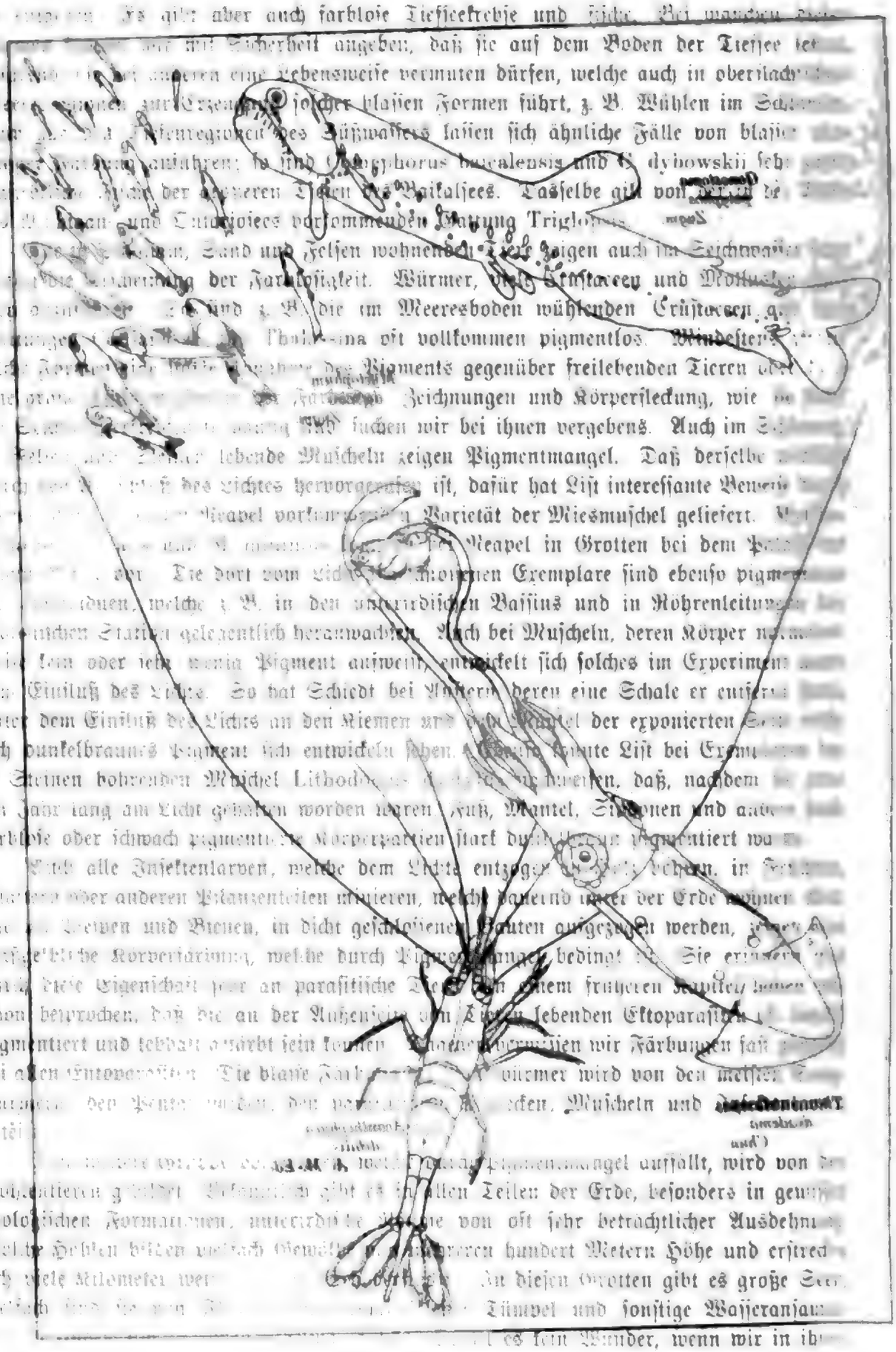
Die in Schlamm, Sand und Felsen wohnenden Tiere zeigen auch im Seichtwasser sehr häufig die Erscheinung der Farblosigkeit. Würmer, viele Crustaceen und Mollusken sind hier anzuführen. So sind z. B. die im Meeresboden wühlenden Crustaceen aus den Gattungen Callianassa und Thalassina oft vollkommen pigmentlos. Mindestens zeigen solche Formen eine starke Abnahme des Pigments gegenüber freilebenden Tieren oder doch eine große Einförmigkeit in der Färbung. Zeichnungen und Körperfleckung, wie sie sonst bei Seichtwasserkrebsen so häufig sind, suchen wir bei ihnen vergebens. Auch im Schlamm, in Felsen und Steinen lebende Muscheln zeigen Pigmentmangel. Daß derselbe wirklich durch den Ausschluß des Lichtes hervorgerufen ist, dafür hat List interessante Beweise durch Beobachtung einer bei Neapel vorkommenden Varietät der Miesmuschel geliefert. Mytilus gallo-provincialis und M. minimus kommen bei Neapel in Grotten bei dem Palast der Donn' Anna vor. Die dort vom Licht abgeschlossenen Exemplare sind ebenso pigmentarm wie Individuen, welche z. B. in den unterirdischen Bassins und in Röhrenleitungen der zoologischen Station gelegentlich heranwachsen. Auch bei Muscheln, deren Körper normalerweise kein oder sehr wenig Pigment aufweist, entwickelt sich solches im Experiment unter dem Einfluß des Lichts. So hat Schiedt bei Austern, deren eine Schale er entfernt hatte, unter dem Einfluß des Lichts an den Kiemen und dem Mantel der exponierten Seite reichlich dunkelbraunes Pigment sich entwickeln sehen. Ebenso konnte List bei Exemplaren der in Steinen bohrenden Muschel Lithodomus dactylus nachweisen, daß, nachdem sie etwa ein Jahr lang am Licht gehalten worden waren, Fuß, Mantel, Siphonen und andere sonst farblose oder schwach pigmentierte Körperpartien stark dunkelbraun pigmentiert waren.

Auch alle Insektenlarven, welche dem Lichte entzogen in Holz bohren, in Früchten, Blättern oder anderen Pflanzenteilen minieren, welche dauernd unter der Erde wohnen oder, wie bei Wespen und Bienen, in dicht geschlossenen Bauten aufgezogen werden, zeigen eine blaßgelbliche Körperfärbung, welche durch Pigmentmangel bedingt ist. Sie erinnern uns durch diese Eigenschaft sehr an parasitische Tiere. In einem früheren Kapitel haben wir schon besprochen, daß die an der Außenseite von Tieren lebenden Ektoparasiten oft dunkel pigmentiert und lebhaft gefärbt sein können. Dagegen vermissen wir Färbungen fast gänzlich bei allen Entoparasiten. Die blasse Färbung der Bandwürmer wird von den meisten Saugwürmern, den Pentastomiden, den parasitischen Schnecken, Muscheln und Insektenlarven geteilt.

Eine weitere Gruppe von Tieren, welche durch Pigmentmangel auffällt, wird von den Höhlentieren gebildet. Bekanntlich gibt es in allen Teilen der Erde, besonders in gewissen geologischen Formationen, unterirdische Räume von oft sehr beträchtlicher Ausdehnung. Solche Höhlen bilden vielfach Gewölbe von mehreren hundert Metern Höhe und erstrecken sich viele Kilometer weit unter der Erdoberfläche. In diesen Grotten gibt es große Seen, vielfach sind sie von Flüssen durchströmt; kleine Tümpel und sonstige Wasseransammlungen finden sich in ihnen regelmäßig vor. So ist es kein Wunder, wenn wir in ihnen

Digitized by Google

Fig. 1.—Cyrtophyllum concavum Roxb. (Cinchonaceæ). Drawn by Mrs. Bates.
Natural size.



Crucifixion des Heiligen Petrus, Kreuzigung Petri
Ink and brush on parchment

Continued on Cuando

alle möglichen Tierarten vorfinden, welche zum großen Teil an der Oberwelt nicht gefunden werden, und die wir als speziell angepaßte Höhlentiere bezeichnen müssen. Eine reichhaltige Fauna ist von Höhlenforschern in der berühmten Höhle von Adelsberg, in den Grotten bei St. Kanzian und in anderen Höhlen des Karstgebietes, in der Mammuthöhle Nordamerikas, in vielen anderen Höhlen der Vereinigten Staaten, Mexikos, Cubas, aber auch in anderen Teilen der Welt entdeckt worden. Die Höhlenfauna zeigt die gleiche Pigmentarmut, die wir auch sonst bei dem Licht entzogenen Tieren konstatiert haben. Daß hier eine einheitliche Gesetzmäßigkeit vorliegt, darauf weist schon die Tatsache hin, daß die Menge der blaßgefärbten Höhlentiere allen möglichen, gar nicht miteinander verwandten Gruppen des Tierreichs angehört. Die höchststehende derartige Form ist ein Amphibium, der sogenannte Grottenolm (Proteus anguineus L.); ihm schließen sich sowohl in den europäischen, als insbesondere in den nordamerikanischen Höhlen eine große Menge von Fischen an. Die Heuschrecken, Käfer und Spinnen, welche in Höhlen leben, sind meist nicht blaßgefärbt, zeigen aber immerhin einförmige, zeichnungslose Färbung. Sehr charakteristisch als bleiche Höhlentiere sind dagegen meistens die höhlenbewohnenden Krebse. Es gibt solche sowohl unter den niederen als auch unter den höheren Gruppen der Krebse. Besonders bemerkenswert sind die Höhlenflohkrebse (Gruppe des Niphargus puteanus) und Höhlenasseln (Asellus cavaticus). Diese beiden Formengruppen, welche den am Licht lebenden Flohkrebsen und Wasserasseln ganz nahe verwandt sind, erscheinen infolge ihrer Pigmentlosigkeit im lebenden Zustand fast durchsichtig. Das gleiche ist der Fall bei einigen höheren Krebsen, von denen eine interessante Form in den Krainer Höhlen vorkommt, nämlich eine Garnele, Troglocaris schmidti Dorm. (Abb. 715), während in den nordamerikanischen Höhlen eine Reihe naher Verwandter unseres Flußkrebses gefunden worden sind. Manche davon sind blind und vollkommen durchscheinend, wie z. B. Cambarus pellucidus (Abb. 716). Auch die kleinen Höhlenschnecken aus den Gattungen Lartetia und Zospeum sind farblos und fast durchsichtig. Dies gilt auch von den in Höhlen gefundenen Oligochaeten, den Verwandten unserer Regenwürmer, und den Turbellarien (Planaria cavatica).

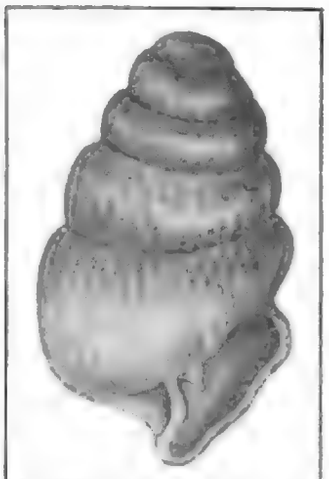


Abb. 714. Zospeum (Carychium schmidti), Höhlenschnecke aus Grotten Bosniens. Vergr. 20mal. Orig. nach der Natur.

Gerade die Höhlentiere haben die Möglichkeit gegeben, durch Experimente nachzuweisen, daß tatsächlich der Pigmentmangel direkt vom Lichtmangel abhängig ist. Bei einer ganzen Reihe von Höhlentieren nimmt das Pigment in auffallender Weise zu, wenn sie eine Zeitlang am Licht gehalten werden. Schon frühere Versuche von Zenker, welche neuerdings von Kammerer bestätigt und erweitert worden sind, hatten erwiesen, daß durch Pigmentvermehrung die am Licht gehaltenen Olme eine deutliche bräunliche Färbung annehmen. Schritt für Schritt läßt sich Pigmentzunahme bei den Höhlenflohkrebsen und Asseln nachweisen, wenn man sie eine Zeitlang im Tageslicht züchtet, was in der letzten Zeit in meinem Laboratorium von Dr. Kaulbersch durchgeführt wurde. Auch der umgekehrte Versuch ist schon gemacht worden und hat gezeigt, daß tatsächlich bei den gewöhnlichen Flohkrebsen und Wasserasseln eine Abnahme des Pigmentes eintritt, wenn sie längere Zeit im Dunklen gehalten werden. Diese Abnahme ist noch viel ausgeprägter, wenn die Züchtung im Dunklen durch eine Reihe von Generationen fortgesetzt wird. Ein solches Experiment ist einmal in ganz großem Stil unwillkürlich gemacht worden. Schneider hat gezeigt, daß in den unter-

Digitized by Google

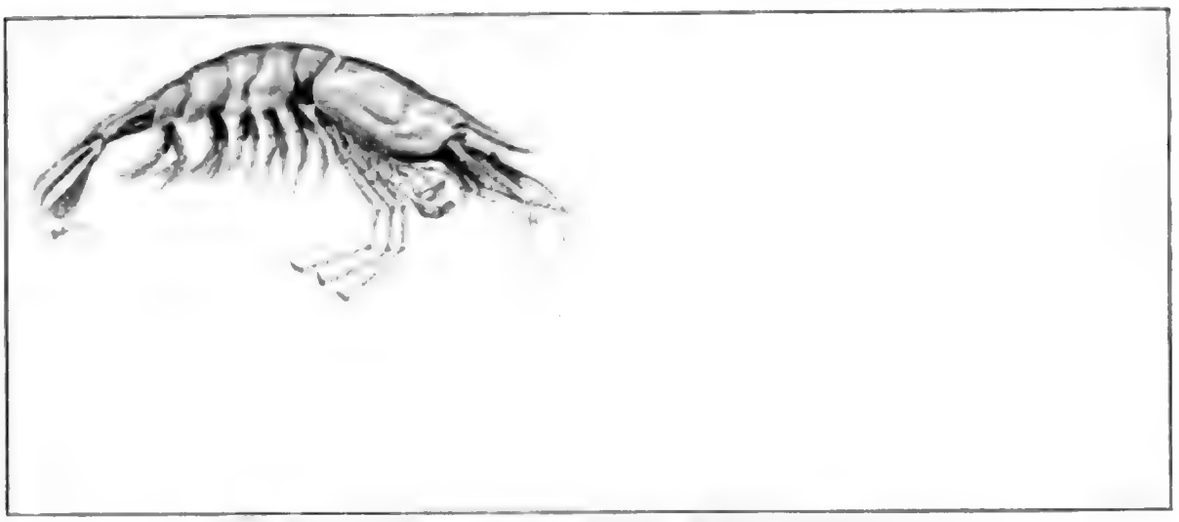


Abb. 715. Troglocaris schmidti Dorm. Blinde Höhlengarnele.
Vergr. $1^1/_2$. Orig. nach der Natur.

irdischen Gewässern schon seit Jahrhunderten verlassener Bergwerke in Clausthal sich gewisse Formen unserer gewöhnlichen Flohkrebse und Wasserasseln finden, welche durch auffallenden Pigmentmangel und, wie wir gleich hinzufügen können, auch durch gewisse Veränderungen der Augen eine weitgehende Übereinstimmung mit den ihnen verwandten Höhlentieren zeigen.

Für die Beurteilung des Einflusses der Lichtwirkung auf die Pigmentbildung sind die Erfahrungen an Insekten wichtig. Wenn holometabole Arten die Puppenhülle verlassen, so werden sie am Licht allmählich dunkel. Sehr charakteristisch ist das Dunkelwerden z. B. bei Ameisen. Nun wissen wir, daß alle lichtscheuen, dem Licht dauernd entzogen lebenden Termitenarten blaß und pigmentlos sind, während diejenigen Arten, welche offen und ohne Scheu sich den Strahlen der Sonne aussetzen, stark pigmentiert sind.

Wir haben vorhin gesehen, daß Tiere aus den verschiedensten Abteilungen des Tierreichs und unter den verschiedensten Lebensbedingungen ihr Körperpigment ganz oder teilweise verlieren, wenn sie dauernd im Dunkeln leben. Wir sahen, daß dies zunächst für einzelne Tierarten gilt, von denen wir annehmen müssen, daß sie seit langen Zeiträumen in dunkeln Regionen existieren; doch konnten wir auch feststellen, daß einzelne Individuen von pigmentierten Arten, welche normalerweise im Hellen leben, ihr Pigment zum großen Teil einbüßen, wenn sie gezwungen werden, im Dunkeln zu verweilen.

Fast alle Tiere, welche dauernd im Dunkeln leben, zeigen eigenartige Veränderungen der Sehorgane. Viele von ihnen sind vollkommen augenlos, andere besitzen rückgebildete Augen, wieder andere, wie wir später sehen werden, eigentümlich umgestaltete Augen. Die Formen ohne Augen und jene mit rückgebildeten Augen, mit denen wir uns hier zunächst beschäftigen wollen, sind meist mit solchen Tieren nahe verwandt, welche gut ausgebildete und normal funktionierende Augen besitzen. So sehen wir z. B. unter den Parasiten die ektoparasitischen Trematoden mit wohlentwickelten Augen versehen, während solche ihren entoparasitischen Verwandten fehlen. Ja, wir haben früher erfahren, daß die Larven mancher Parasiten, solange sie ein freies Leben führen, über Augen verfügen, welche beim Übergang zum Leben im dunkeln Körperinnern ihrer Wirte sich zurückbilden und eventuell vollkommen verloren gehen. Das ist z. B. bei manchen Saugwürmern und bei den Rhizocephalen der Fall. Die in der Erde, in Holz und in anderen Pflanzenteilen lebenden Maden der Insekten sind augenlos, obwohl ihre nächsten Verwandten, wenn sie im Freien leben, gut ausgebildete Augen besitzen können, und obwohl die erwachsenen Insekten, die aus ihnen hervor-

Digitized by Google

gaben, auf allerhöchste ver-
fügte Zeit. Eine auf Zeit
und ohne anderen Rücksich-
ten, als auf die Bedürfnisse
seiner in sie fallenden, in
Wahrheit aber durch nichts
zu rechtfertigenden Ver-
mehrung der Lasten, welche
die Bürger und Bauern
treffen, die Erhebung
einer Steuer, welche
Millionen und Millionen
Thaler einbringt, ist
Despotie, eine solche ist
es, wenn sie auf Jahre
oder für Lebenszeit ver-
fügt wird, und eine
solche ist es, wenn sie
auf Jahre verfügt wird,
und dann, wenn diese
Jahre abgelaufen sind,
ohne Weiteres, ohne
Rücksicht auf die Be-
dürfnisse der Bürger
und Bauern, ohne
Rücksicht auf die Ver-
hältnisse, in welchen
sie sich befinden

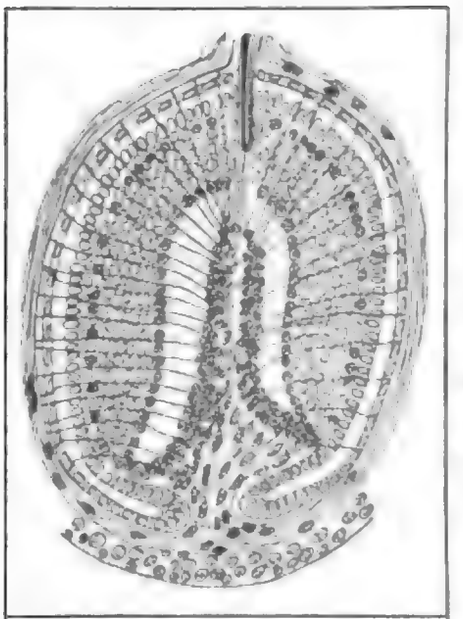


Abb. 717. Rudimentäres Auge des Grottenolms (Proteus anguineus). Vergr. 25 mal. Komb. nach Kohl und Kammerer.

reichlich Beispiele für die gleiche Gesetzmäßigkeit. In den Höhlen und unterirdischen Gewässern finden wir neben zahlreichen blinden Turbellarien (z. B. Planaria cavatica) und Schnecken (Arten von Lartetia, Carychium, Zospeum usw.) viele Insekten, Spinnentiere, Tausendfüßler und vor allem Krebse mit rückgebildeten Augen. Unter den Krebsen mit rückgebildeten Augen hebe ich besonders Niphargus puteanus und Asellus cavaticus hervor, welche in den europäischen unterirdischen Gewässern eine sehr weite Verbreitung haben. Ferner sind zu erwähnen Cecidotea stygia, Crangonyx, Bradya edwardsii, Branchipus pellucidus, Estheria coeca, Cypris stygia, Cyclops-Arten usw. Noch charakteristischer ist die Rückbildung der Augen bei den Dekapoden, so z. B. bei Cambarus pellucidus (Abb. 716 u. 721) der amerikanischen und Troglocaris schmidti Dorm. der krainischen Höhlen. Bei Höhlenkäfern, so z. B. bei der Gattung Anophthalmus, kann sich die Rückbildung sogar auf das Ganglion opticum erstrecken. In der Höhlenfauna spielen Fische eine sehr große Rolle (z. B. Amblyopiss spelaeus, Typhlichthys, Apterichthys caecus, Stygicola, Lucifuga (Abb. 720) usw.); an ihnen lassen sich alle Stadien der Augenrückbildung verfolgen, wie dies vor allem aus den schönen Untersuchungen von Eigenmann hervorgeht. Auch unter ihnen gibt es Formen, bei welchen die Jungfische noch höher ausgebildete Augen besitzen, während sie bei den erwachsenen Tieren rückgebildet sind. Die höchststehenden Höhlentiere, welche wir kennen, sind Amphibien. Der Olm (Proteus anguineus L.) (Abb. 717) der europäischen Höhlen hat sehr rückgebildete linsenlose Augen, welche von der äußeren Haut vollkommen überzogen sind. In Nordamerika ist ein blinder Salamander als Höhlenbewohner nachgewiesen worden (Typhlomolge spelaeus).

Abb. 718. Rudimentäres von der Haut überwachsenes Auge von Crysochloris hottentota. Stark vergr. Nach G. Sweet.

Daß wir bei den Höhlentieren alle möglichen Stufen der Augenrückbildung finden, erklärt sich wohl aus der verschieden langen Zeit, welche diese Tiere seit ihrer Anpassung an die Höhlen im Dunkeln zugebracht haben und aus der verschiedenen Zähigkeit mit der nicht mehr gebrauchte Organe von den Tieren festgehalten werden. Sie alle stammen von Tieren ab, welche schon im Freien ein lichtscheues, vielfach unterirdisches Leben führen. So erklärt sich der Reichtum der Höhlenfauna an Käfern, Spinnentieren, Asseln, Tausendfüßlern, Schnecken. Die Höhlenheuschrecken erinnern an solche, die in Ameisenhaufen vorkommen; die Asseln sind vielfach identisch

Digitized by Google

auf Wilhelm, der neue Anhänger in Jahn zu gewinnen hatte. Die Wahlkämpfe um Jahn waren ja nicht neu. Schon die Wahlkämpfe für den Reichstag in der Paulskirche, die Wahlkämpfe für das Zollparlament, Jahn stets in vorderster Reihe. Wenn Jahn auch Gegner hatte, der Kandidat Wilhelm hatte sie, Wilhelm auch.

Abb. 87. Wilhelm Jahn, Reichstagsabgeordneter für Hagen-Schwelm-Eckarde. Nach einer Photographie.

Als Jahn starb, verbreitete sich sofort ein Gerücht, Wilhelm sei bei Jahn an Stelle Bismarcks gewesen. Das ist nicht richtig.

Wilhelm hat Jahn nie persönlich gesehen. Aber sein enthusiastischer Wunsch, mit dem Kanzler und Jahn Fühlung zu haben, war ihm bekannt. Er hatte ihn selbst ausgesprochen.

Das ergiebigste Material, das sich für Wilhelms Verhältnis zu Jahn finden ließ, ist in den Akten des Reichstagsbüros zu finden. Wilhelm hat Jahn in seinem Wahlkreis Hagen-Schwelm, kurz vor der Wahlschlacht, einmal vor Bismarck in Jahn. Wir haben bereits gesehen, daß Jahn sich in Hagen-Schwelm nicht durchsetzen konnte. Wilhelm hat Hagen gesiegt hatte. Und Hagen-Schwelm wurde wieder einige Reichstagsjahre Jahn gewonnen. Wir haben schon erwähnt, daß der erste schwere Konfliktsstoff für Hagen-Schwelm-Wilhelm die Sozialistengesetze waren. Wilhelm hat Jahn nie persönlich gesehen. Aber sein enthusiastischer Wunsch, mit dem Kanzler und Jahn Fühlung zu haben, war ihm bekannt. Er hatte ihn selbst ausgesprochen. Das ergiebigste Material, das sich für Wilhelms Verhältnis zu Jahn finden ließ, ist in den Akten des Reichstagsbüros zu finden. Wilhelm hat Jahn in seinem Wahlkreis Hagen-Schwelm, kurz vor der Wahlschlacht, einmal vor Bismarck in Jahn. Wir haben bereits gesehen, daß Jahn sich in Hagen-Schwelm nicht durchsetzen konnte. Wilhelm hat Hagen gesiegt hatte. Und Hagen-Schwelm wurde wieder einige Reichstagsjahre Jahn gewonnen. Wir haben schon erwähnt, daß der erste schwere Konfliktsstoff für Hagen-Schwelm-Wilhelm die Sozialistengesetze waren. Wilhelm hat Jahn nie persönlich gesehen. Aber sein enthusiastischer Wunsch, mit dem Kanzler und Jahn Fühlung zu haben, war ihm bekannt. Er hatte ihn selbst ausgesprochen. Das ergiebigste Material, das sich für Wilhelms Verhältnis zu Jahn finden ließ, ist in den Akten des Reichstagsbüros zu finden. Wilhelm hat Jahn in seinem Wahlkreis Hagen-Schwelm, kurz vor der Wahlschlacht, einmal vor Bismarck in Jahn. Wir haben bereits gesehen, daß Jahn sich in Hagen-Schwelm nicht durchsetzen konnte. Wilhelm hat Hagen gesiegt hatte. Und Hagen-Schwelm wurde wieder einige Reichstagsjahre Jahn gewonnen. Wir haben schon erwähnt, daß der erste schwere Konfliktsstoff für Hagen-Schwelm-Wilhelm die Sozialistengesetze waren.

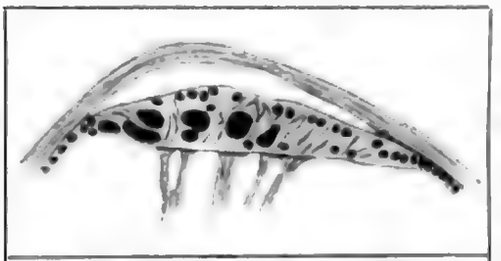


Abb. 721. Schnitt durch das Ende des rudimentären Auges des Höhlenkrebſes Cambarus pellucidus. Stark vergr. Nach Packard.

trug, deren Augen dunkel pigmentiert waren und alle weſentlichen Elemente des Facettenauges beſaßen. Auch bei Höhlencruſtaceen, ſo Troglocaris schmidti, ſind die Embryonen noch mit Augen verſehen. Mit der Annahme einer derartigen direkten Beeinfluſſung der Augenentwicklung durch das Licht, ſtimmen auch die Beobachtungen gut überein, welche an Termitenköniginnen gemacht worden ſind. Wir haben früher erfahren, daß auch bei gänzlich augenloſen Termiten die Geſchlechtstiere wohlentwickelte Augen beſitzen, mit deren Hilfe ſie ſich bei ihren mit der Verbreitung der Art in Verbindung ſtehenden Flügen gut zu orientieren vermögen. Hat aber eine Termitenkönigin längere Zeit in ihrer Zelle eingemauert verbracht, ſo laſſen ihre Augen, wie aus den Unterſuchungen von Holmgren hervorgeht, eine ſtarke Degeneration erkennen (Abb. 723). Man dürfte nach dieſen Tatſachen annehmen, daß bei gewiſſen Arten eine durch den Aufenthalt im Dunkeln bewirkte Tendenz zur Rückbildung der Augen vorkommt, die eventuell zur Entſtehung einer Dunkelvarietät mit rückgebildeten Augen führt. Mit großer Sicherheit wurden ſolche Dunkelvarietäten bei Asellus und Gammarus durch Schneider in alten, ſeit Jahrhunderten verlaſſenen Bergwerken bei Clausthal am Harz nachgewieſen. Wie aber die Erfahrung an Cyclodorippe lehrt, würden ſolche Formen unter dem Einfluß des Lichtes ſich immer wieder zu ſehenden Tieren entwickeln können. Auch beim Grottenolm läßt ſich nach Kammerer durch Lichteinwirkung das Auge wieder zu normaler Entwicklung zwingen. Die Annahme liegt nahe, daß bei lange dauernder ununterbrochener Einwirkung der Dunkelheit die Fähigkeit zur Bildung eines normalen Auges vollkommen verloren geht. Damit ſteht im Einklang, daß bei manchen Arten von Dunkelbewohnern ſchon die Embryonen keine Augen mehr beſitzen.

So haben wir denn bei den meiſten im Dunkeln lebenden Tieren Degenerationserſcheinungen des Pigments und der Sehorgane kennen gelernt. Dem ſtehen Anpaſſungen gegenüber, welche die Tiere zum Leben im Dunkeln in höherem Maße geeignet machen, die aber ſicher nur indirekt durch den Lichtmangel bei ihrer Entſtehung beeinflußt waren. So ſind bei blinden Dunkeltieren Geruchs- und Taſtorgane ſtets hochentwickelt. Blinde Krebſe und Inſekten haben größere Zahlen von Riechkolben, die Antennen ſind meiſt verlängert, Zahl, Länge und Gruppierung der Taſthaare iſt anders als bei den nächſtverwandten Lichttieren. In einigen Fällen hat man ſogar die Umwandlung des Augenrudiments zu einem Taſtorgan nachgewieſen, ſo bei Höhlenkäfern und -ſpinnen, bei Tiefſeecruſtaceen. Mein Schüler v. Dobkiewicz fand z. B. bei Tiefſeegalatheiden die Augenſtiele nach vollkommener Rudimentierung der Augen zu einer Art von Fühlern umgewandelt. Ein anderer meiner Schüler, Kaulberſch, zeigte, daß bei der Höhlenaſſel der Geſchlechtsdimorphismus der Geruchsantennen weit ausgeprägter iſt als bei der gewöhnlichen am Tageslicht lebenden Waſſeraſſel (vgl. Abb. 727 A u. B).

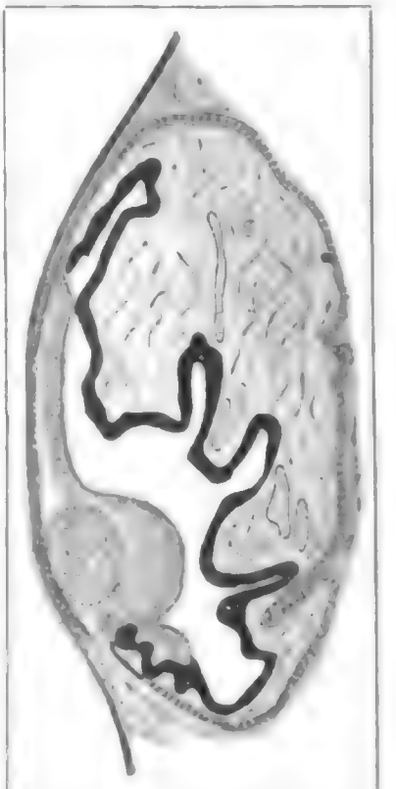


Abb. 722. Auge des Tiefſeefiſchs Cetomimus gilli. Stark vergr. Nach Brauer.

Digitized by Google

Gr. Spathella, dimin. of Spatha, a flat blade.

Spathella Roxburghii, Wight, Ic. t. 1911. Leaves 1–2 feet long, 1–2 lines broad, tapering to a point, the sheaths 1–2 inches long, the lower ones with a short blade, the upper ones with a long blade. Scape 1–2 feet long, 1–2 lines thick, the sheaths 1–2 inches long, the lower ones with a short blade, the upper ones with a long blade. Spikelets 1–2 lines long, 1–2 lines broad, the glumes 1–2 lines long, 1–2 lines broad, the lower ones with a short blade, the upper ones with a long blade. Stamens 1–2 lines long, 1–2 lines broad, the anthers 1–2 lines long, 1–2 lines broad, the lower ones with a short blade, the upper ones with a long blade. Ovary 1–2 lines long, 1–2 lines broad, the lower ones with a short blade, the upper ones with a long blade. Style 1–2 lines long, 1–2 lines broad, the lower ones with a short blade, the upper ones with a long blade. Stigma 1–2 lines long, 1–2 lines broad, the lower ones with a short blade, the upper ones with a long blade.

Spathella Roxburghii, Wight.

Spathella Roxburghii, Wight.

Spathella Roxburghii, Wight.

Spathella Roxburghii, Wight.

Spathella Roxburghii, Wight.

Spathella Roxburghii, Wight.

Spathella Roxburghii, Wight.

Spathella Roxburghii, Wight.

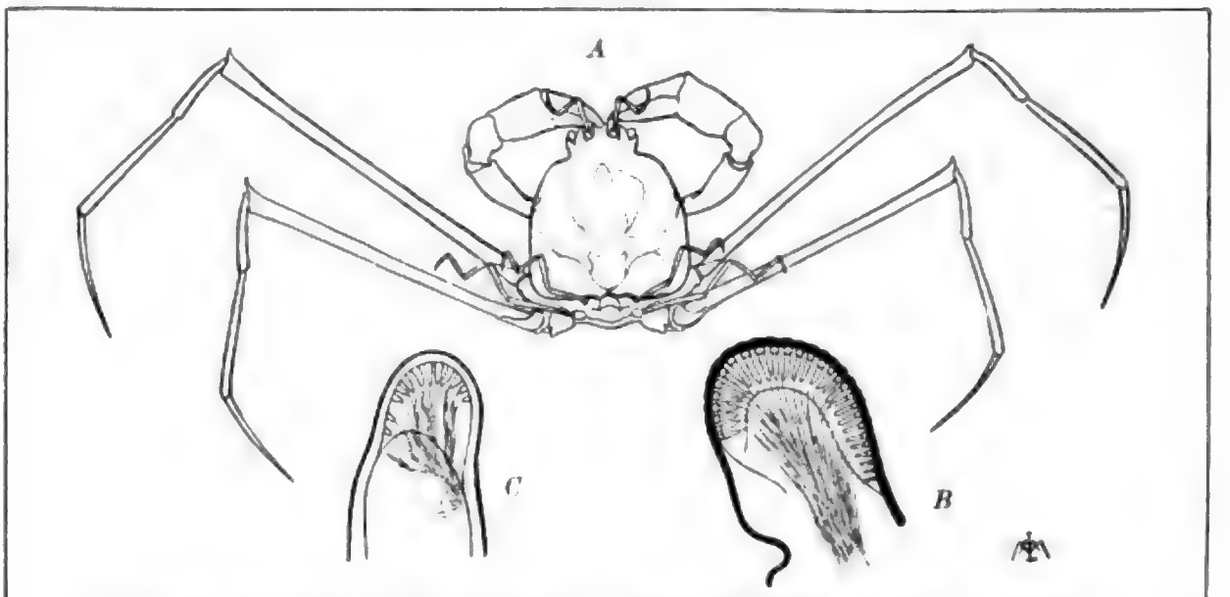
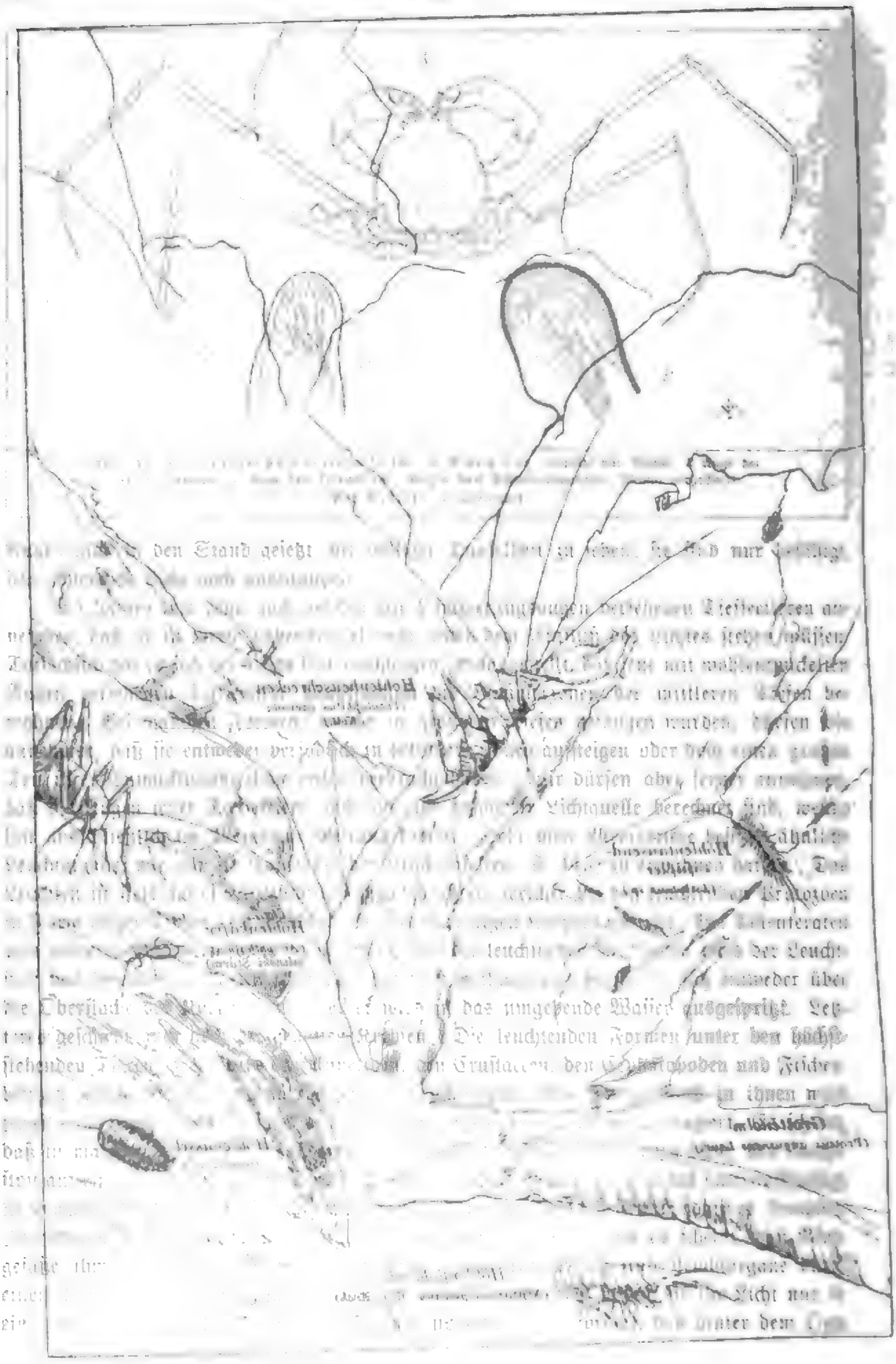


Abb. 725. Cyclodorippe uncifera Ortm. *A* Ganzes Tier, doppelte nat. Größe, *B* Auge der Flachwasserform, *C* Auge der Tiefseeform. Augen nach Schnittpräparaten, 35 mal vergrößert. Aus Doflein, Ostasienfahrt.

Augen nicht in den Stand gesetzt, bei völliger Dunkelheit zu sehen; sie sind nur befähigt, sehr schwaches Licht noch auszunützen.

So können wir denn auch bei den mit Dämmerungsaugen versehenen Tiefseetieren annehmen, daß sie in ihrem Lebensbezirk noch unter dem Einfluß des Lichtes stehen müssen. Tatsächlich hat es sich bei vielen Untersuchungen herausgestellt, daß jene mit wohlentwickelten Augen versehenen Tiefseetiere hauptsächlich die Dämmerzonen der mittleren Tiefen bewohnen. Bei manchen Formen, welche in größeren Tiefen gefangen wurden, dürfen wir annehmen, daß sie entweder periodisch in belichtete Zonen aufsteigen oder doch einen großen Teil ihrer Entwicklungszeit in diesen verbracht haben. Wir dürfen aber ferner annehmen, daß die Augen jener Tiefseetiere auch auf eine besondere Lichtquelle berechnet sind, welche fast ausschließlich im Meere zur Geltung kommt. Sehr viele Meerestiere besitzen ähnliche Leuchtorgane, wie wir sie früher bei den Leuchtinsekten (S. 449) zu erwähnen hatten. Das Leuchten ist stets auf einen Leuchtstoff zurückzuführen, welcher bei den leuchtenden Protozoen in Form öliger Tropfen im Protoplasma des einzelligen Körpers auftritt. Bei Cölenteraten und niederen Würmern sowie bei der Mehrzahl der leuchtenden Mollusken wird der Leuchtstoff von besonderen Drüsenzellen produziert; von ihnen aus breitet er sich entweder über die Oberfläche des Körpers aus oder er wird in das umgebende Wasser ausgespritzt. Letzteres geschieht auch noch bei gewissen Krebsen. Die leuchtenden Formen unter den höchststehenden Tieren, d. h. unter den Anneliden, den Crustaceen, den Cephalopoden und Fischen, besitzen jedoch besondere eigenartig gebaute Leuchtorgane (Abb. 728). Auch in ihnen wird jeweils im Innern des Organs durch drüsige Zellen ein Leuchtstoff produziert. Es scheint, daß in manchen Fällen ein besonderes Gebilde (Streifenkörper usw.) dazu dient, den Leuchtstoff auf einer möglichst großen Oberfläche auszubreiten. Manchmal tritt das sauerstoffhaltige Meerwasser direkt an den Leuchtstoff heran und verursacht so dessen oxydatives Leuchten. In anderen Fällen ist das Leuchtorgan vollkommen geschlossen, und es scheint, daß Blutgefäße ihm den nötigen Sauerstoff zuführen. Sehr regelmäßig sind Leuchtorgane durch einen Pigmentmantel von dem umgebenden Gewebe geschieden, so daß sie ihr Licht nur in einer Richtung entsenden können. Dies wird noch dadurch befördert, daß hinter dem Orte

Digitized by Google



HARVARD UNIVERSITY

Digitized by Google

der Lichtentwicklung reflektierende Schichten angeordnet sind. Linsenähnliche Bildungen konzentrieren häufig das Licht zu feinen Strahlenbündeln. Es scheint sogar, daß in manchen Fällen durch Vorschaltung durchsichtiger, gefärbter Schichten dem Licht des Leuchtorganes eine bestimmte Farbe verliehen wird. Das ist besonders für Tintenfische angegeben worden. Manche Leuchtorgane sind beweglich und können, indem sie abwechselnd freigelegt und hinter eine pigmentierte Wand zurückgezogen werden, ein intermittierendes Licht erzeugen. Nach meinen eigenen Beobachtungen produzieren verschiedene Tiefseetiere ein verschieden farbiges Licht; ich konnte hauptsächlich gelbgrünes, in einigen Fällen auch bläuliches, violettes und rötliches Licht beobachten.

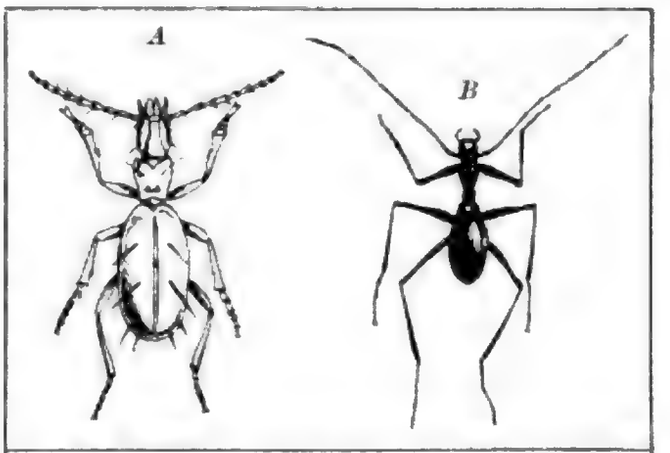


Abb. 726. Höhlenkäfer (*A* Anophthalmus schmidti, *B* Anthroherpon hörmanni) aus Bosnien. Vergr. 3mal. Nach Rabaud.

Das Licht mancher Leuchttiere ist sehr stark; wenn ihrer sehr viele auf engem Raum versammelt sind, so kann ein starkes, aber, mit dem Tageslicht verglichen, doch immerhin sehr mildes Licht die Umgebung erfüllen. Bei Nacht steigen viele Leuchttiere des Meeres an dessen Oberfläche empor und erzeugen unter Umständen das Phänomen des Meerleuchtens. Es können dann die Kämme der Wogen ein schillerndes Funkeln zeigen, welches außerordentlich eindrucksvoll ist. Sehr selten kommt es bei vollkommener Windstille zu einem so starken Meerleuchten, daß man an Bord eines Schiffes etwa den Eindruck eines schwachen Mondscheins bekommt. Man hat vielfach angenommen, daß in dem stillen Wasser der Tiefsee dauernd ein solches von Leuchttieren erzeugtes mildes Dämmerlicht herrsche. Dies scheint mir aber nach den Befunden der Tiefsee-Expeditionen nicht sehr wahrscheinlich zu sein. Ist in den tiefen Regionen die Menge der Tierarten und Tierindividuen schon keine sehr große, so ist unter ihnen die Zahl der leuchtenden Formen noch viel geringer. Will man der Wirkung der Leuchtorgane in jenen Zonen eine große Bedeutung zuschreiben, so wird man höchstens annehmen dürfen, daß dann und wann das Bild eines schwach bestirnten Himmels sich darbieten mag.

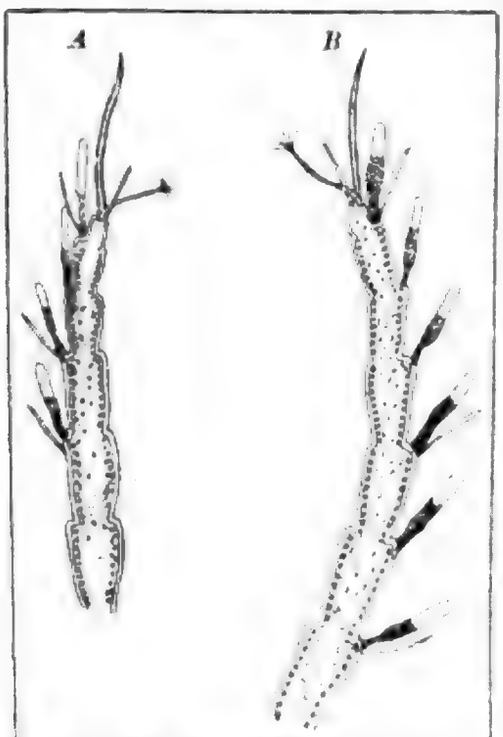


Abb. 727. Höhlenassel (Asellus cavaticus). Geschlechtlicher Dimorphismus der Geruchsantenne. *A* Weibchen-, *B* Männchenantenne, letztere mit acht Riechkolben, während bei Asellus aquaticus nur drei bis vier vorkommen. Stark vergr. Nach v. Kaulbersch.

Jedenfalls sind die Augen vieler Tiefseetiere vorzüglich zur Wahrnehmung der von Leuchtorganen ausgehenden Lichtblitze geeignet. So dürfen wir denn annehmen, daß in ihrem Leben ihre eigenen Leuchtorgane und diejenigen anderer Arten eine wichtige Aufgabe haben. Man hat den Leuchtorganen verschiedene Bedeutungen beigelegt, und wir dürfen wohl vermuten, daß sie, wie wir das auch von den

Digitized by Google

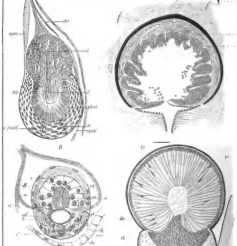


Abb. 116. Kreuzbeingelenk. A Längsschnitt durch die Symphysis ossium pubis (Schambeinfuge) zwischen Schoß- und Schambein; *os pubis*, *pars horizontalis*; *os pubis*, *pars descendens*; *symphysis ossium pubis*; *discus interpubicus*; *lamina*; *ligamentum arcuatum pubis*; *ligamentum pubis*; *arcus pubis*; *ligamentum sacroiliacum anterius*; *ligamentum sacroiliacum posterius*; *os sacrum*; *os coccygis*. Nach Klein.

B Knorpelige Verbindung der Rippen (Costalknorpel) mit dem Brustbein; *sternum*; *manubrium sterni*; *corpus sterni*; *processus xiphoideus*; *cartilago costalis*; *costa*; *articulatio sternocostalis*; *articulatio sternoclavicularis*; *clavicula*; *articulatio humeri*; *humerus*; *articulatio cubiti*; *radius*; *ulna*; *articulatio radiocarpea*; *articulatio radioulnaris*; *articulatio humeroscapularis*; *scapula*. Nach Klein.

C Querdurchgang durch Kreuzbein (Kreuzbeinloch) (*foramina sacralia*) und Steißbeine; *os coccygis*; *articulatio coccygea*; *os sacrum*; *foramina sacralia*. Nach Richter.

D Querdurchgang durch Schädel (Schädeldach) und Wirbelsäule; *os frontale*; *os parietale*; *os occipitale*; *articulatio occipitoatlantica*; *atlas*; *epistropheus*; *articulatio atlantoepistrophica*; *processus odontoideus*; *articulatio temporomandibularis*; *mandibula*; *os hyoideum*; *cartilago thyreoidea*; *cartilago cricoidea*; *cartilagines arytaenoideae*; *articulatio cricoarytaenoidea*; *articulatio cricothyreoidea*; *glandula thyreoidea*; *vertebra prominens*; *vertebra thoracica*; *vertebra lumbalis*; *os sacrum*; *os coccygis*. Nach Richter.

Digitized by Google

Farben der Tiere kennen gelernt haben, eine verschiedenartige Reihe zu bilden haben. Eine zweifache Grundgruppen, wie sie in der Reihe des Blaublau, im Gleichen oder auf Zwischen- und Kauf 3, 8 als einheitlichen Bildern vorkommen, hierbei nicht vermieden, daß sie zur Anordnung der Bilder können. Weitere Arten, z. B. 6, Breite, welche der Zusammengehörigen einen Einfluß von knapperer Stellung, können sich sprechen, wenigen kommt ihre Breite erscheinen aber allerdings auch an Grundgruppen ein Schwanken bedingen. Viel größer noch aber ist die Bedeutung der Grundgruppen für die Ordnung der Zeichnungen der gleichen Art untereinander. Wie die Farben auch Zeichnungen bei den Tieren, mußten sie beim Zusammenstellen der beiden Gesichtsfelder von Bedeutung sein. Die Vorkommen bei vielen gefälligen Formen von Flecken und Kopfzeichnungen weit und breit zu finden, ist in gleicher Weise wie die Eigenschaften der landschaftsmäßigen Verbreitung bei Felsenvorhalt bei Schauenen erschienen. Wenn hier durch darauf aufmerksam gemacht, daß die Tatsachen der Grundgruppen um Farbener eine ganz bestimmte Bedeutung besitzen. Wenn mir nun bedenken, daß die Grundgruppen verschieden groß sind, verschieden intensiv denken und verschieden lange Reihen bilden können, so ergeben sich verschiedene Stufe ausdrücken. Je ergibt sich daraus eine sehr große Kombinationsmöglichkeit. Jede Zeichnen, und endgültig Schwierigkeit gibt noch auch die Breite und Einzelheit, mich durch die Kombination von Zeichnungsreihen ihrer Grundgruppen in der Verschiedenheit der Tiefengrenzen ein sehr deutliches

Abb. 286. Tiefenbilder bei konvexer Form. Stufe 1 und 2 Grundgruppen. Stufe 3 Grundgruppen. Nach Klein.

Bild. Es genau von allen vermeidenen Formen zu unterscheiden.

Wenn wir alle auch annehmen, daß in der Tiefen von Organismen eingegen Stufe den Wegen Weise gefördert, bis hier hat keinen der Tiere von großer Bedeutung sind, so ist doch wohl kaum zu zweifeln, daß solche Stufe einen geringe, um die Abhaltung der Wegen bei den Tiefen- wenigstens zu hindern. Ob unter (wohl) Reihen zu begreifen, meinen überhaupt drei schwache Tiefenformen bilden dem Hinsehen. Ob hier weiter geeignetenen, daß alle Grundtiere mit mehrgliedrigen Reihen wenigstens einen Teil ihren Gebrauch in bestimmten Regionen verbringen, vorhanden seien. Es kann nun wie früher angefangenen Tiefenbilder mandte neue Beispiele sprechen (vgl. S. 681).

Abb. 286. Tiefenbilder bei konvexer Form. Stufe 1 und 2 Grundgruppen. Stufe 3 Grundgruppen. Nach Klein.

Das Gleiche weist auf die Tierwelt in einem periodischen Wechsel. Überall auf der Erde mit Rücksicht der Tiefengrenzen mit ihrem langen Tag und der langen Nacht, sowie der Tiefen und anderen Bildung bestehe Gleichen möglicht mittelbar das ganze Jahr hindurch Tag und Nacht beständig miteinander ab. Dem äußeren Tier kann sich dem Wechsel wirken Wechsel entgehen. Ob schon wir beim Tiere in ihrem Verhalten den Tiefen gegenüber in zwei große Gruppen gestellt, in die Tagtiere und die Nachttiere,

Digitized by Google

Fig. 735. Maiwurmtrieb (Atteuchus laevigatus) mit zwei Weibchen seines Wirtstieres, dem Tag- und Nachtfalter Cirpus pinastri im Leben während des Kampfes. Nach Beobachtungen von Fabre. Nach Schulz, Karl Friedrich, Wiesbadenbilder.

zwischen wichtigen wirtschaftlichen Bedürfnissen zu entscheiden. Stehen unter den nächtlichen Tieren Arten zum Fressen, deren Lebenserscheinungen deutlich den Wechsel von Tag und Nacht unterwerfen sind. Bei allen Tieren wechseln Perioden der Tätigkeit mit solchen der Ruhe. Wechselt die letztere Wechsel ein regelmäßiger, sehr häufig sogar wie die eben mit dem Wechsel von Tag und Nacht gekennzeichneten.

Übereinstimmung zwischen Tiere gruppen sich in gleicher Weise vom Tage abhängig, wie das für die Pflanzen gilt. Die durch das Licht bewirkte Periodizität im Treffmechanismus bei den pflanzenfressenden Tieren bewirkt auch eine Periodizität der übrigen Lebenserscheinungen. Gewisse Pflanzenfresser und parasitäre Tierformen vermehren sich vielfach ausschließlich bei Nacht, nachdem sie bei Tag Befruchtungsvorgänge in ihren Körper eingeleitet haben.

Gewisse pflanzende Tiere gingen nachts eine Nahrungsjagd, welche sich vermuten läßt, bei unserer Insektivoren bei Vögeln gelungen, um sich bei Tag wieder zu ruhigen. Wenn wir hören in der Tierwelt aufsiegen, so können wir ganz allgemein bei bezeichnen Formen, welche für ihre Lebensaufgaben, besonders für die Aufsuchung der Nahrung, auf ihre Augen angewiesen sind, ein verschiedenes Verhalten bei Tag und bei Nacht. Solche Tiere, denen dauernde Sinne gegenüber dem Nächtlichen höher ausgebildet sind, prägen sich von dem Nächtlichen zwischen Tag und Nacht viel weniger abhängig.

Voll bei den Tieren mit einem höher ausgebildeten Nervensinne beginnen wir den Zustand wahrnehmen der inaktiven Periode bei Tage als Schlaf. Wir haben allen Grund, anzunehmen, daß bei Weichtieren, Insekten, Spinnen, höheren Krebsen, Fischen, Eidechsen und unter den Säugetieren bei Mäusen, Maulwürfen und Mäusen ein Zustand vorkommt, welchen dem Schlaf der Vögel und Säugetiere entspricht. Unter den Insekten sind es vor allem die höheren Formen, welche man schlafend beobachten kann.

Digitized by Google

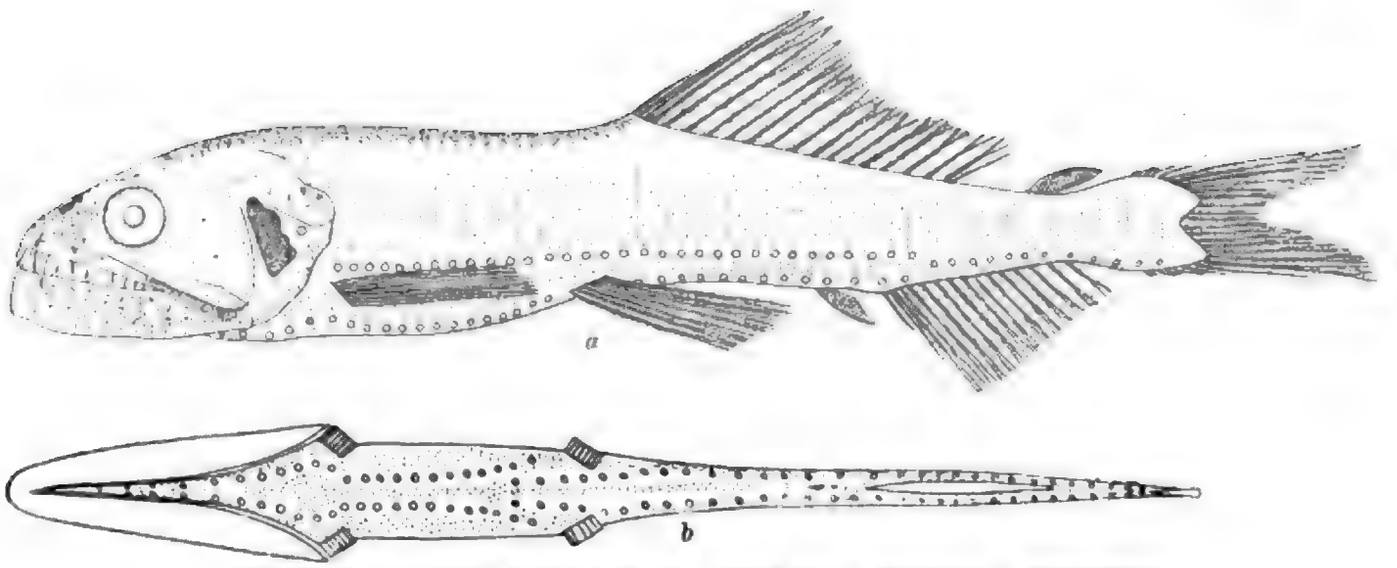


Abb. 733. Bathylychnus cyaneus Brauer. Nach Brauer. Aus Steuer, Planktonkunde.

Bienen, Hummeln, Wespen und Ameisen schlafen oft in besonderen, sehr charakteristischen Stellungen. So findet man Raubwespen, z. B. die früher mehrfach erwähnte Sandwespe (Ammophila), mit den Mandibeln an Grashalmen angeklammert, während der Körper schlaff herabhängt. Solitäre Bienen, insbesondere deren Männchen, schlafen des Nachts in den Kronen von glockenförmigen Blumen, in hohlen Stengeln oder an sonstigen geschützten Orten. Die sozialen Insekten schlafen meist in ihren Bauten, so auch die solitären Wespen oft in den angefangenen Zellen; Philantus punctatus baut sich nach Peckham sogar eine besondere Schlafhöhle. Gewisse tropische Bienen bilden sogar auf Bäumen ungeheure Schlafversammlungen, wie wir sie früher bei Vögeln kennen gelernt haben (S. 689). Ein Baum, auf den sie sich niedergelassen haben, soll aussehen wie mit Blüten bedeckt. Daß bei den Insekten das Licht eine wichtige Rolle bei der Abwechslung von Aktivität und Ruhe spielt, können wir z. B. aus dem Benehmen der sozialen Formen entnehmen. Wespen und Ameisen ziehen sich zur Ruhe in ihre Nester zurück, wenn eine dunkle Wolke die Sonne verhüllt. Hummeln und Ameisen sieht man bisweilen in mondhellen Nächten arbeiten. Die Bienen pflegen von sehr früh morgens bis spät in der Dämmerung zu fliegen, während die sehr licht- und wärmebedürftigen Raubwespen selbst im Hochsommer erst zwischen neun und zehn Uhr ans Tagewerk gehen und sich schon um fünf Uhr zurückziehen. Viele Bienenarten halten übrigens nach Friese in den heißesten Tagesstunden, zwischen zwei und vier Uhr nachmittags, eine Ruhezeit.

Die Fische sieht man während des Schlafes ruhig, fast bewegungslos im Wasser stehen; oft sind sie dabei an einen Stein oder anderen Gegenstand gelehnt; Bodenformen liegen am Boden, oft mit dem Kopf gegen die Strömung gewendet. Kiemendeckel und Flossen werden kaum merklich bewegt. Nach Verrill liegt Tautoga onitis sogar beim Schlaf auf der Seite. Julis wühlt sich nach Eisig in den Sand. Amphibien und Reptilien sind, während sie schlafen, vielfach leicht zu beobachten, da sie in der Sonne liegend ruhen. Bei ihnen zeigen sich schon dieselben Anzeichen des Schlafes wie bei den höchsten Tieren. Die Aufnahmefähigkeit für Sinneseindrücke und die Fähigkeit zu willkürlichen Muskelbewegungen sind unterbrochen, während die automatischen Funktionen, also die Pulsation im Herz und Gefäßsystem, die Verdauungstätigkeit im Darm, die Atmung und die reflektorischen Bewegungen unbehindert erfolgen. Bei den höheren Wirbeltieren insgesamt ist der Schlafzustand auch dadurch gekennzeichnet, daß die Augen durch mehr oder minder

Digitized by Google

vollkommenen Verschluß, vermittelst Nickhaut und Lid außer Tätigkeit gesetzt und geschützt sind. Auch bei den höheren Tieren ist, soweit Untersuchungen bisher darüber vorliegen, nachgewiesen, daß während des Schlafes eine Funktionsruhe im Organismus sich nachweisen läßt. Während der aktiven Periode des Tages sind viele Stoffe in den peripheren Organen des Körpers, also z. B. in den Drüsen und vor allem in den Muskeln verbraucht worden. Diese Stoffe werden während der Ruhezeit ersetzt.

Wie wir das vorhin von verschiedenen niederen Tieren gehört haben, so schlafen auch höhere Tiere oft in ganz charakteristischen Stellungen. Bei vielen ist der Körper zusammengezogen oder zusammengeringelt, so z. B. bei manchen Amphibien, Eidechsen und Schlangen. Schildkröten ziehen beim Schlaf Kopf, Schwanz und Extremitäten unter den schützenden Panzer zurück. Amphibien und Reptilien, welche durch Schutzfärbungen ausgezeichnet sind, also z. B. Laubfrösche, Geckonen usw., schlafen dicht der Unterlage angeschmiegt oft mit abgespreizten Extremitäten und nützen in dieser Weise ihre Schutzfärbung in vollkommener Weise aus.

Die meisten Vögel stecken beim Schlaf den Kopf unter die Flügel; alle Baumvögel schlafen auf Bäumen, Felsenvögel auf Felsen, Sumpfvögel an erhöhten Punkten ihres Reviers auf dem Boden, Schwimmvögel vielfach schwimmend. So ist es z. B. bekannt, daß Gänse, Enten, Säger und Taucher schwimmend schlafen; um nicht durch den Wind oder Strömung an Land getrieben zu werden, rudern sie langsam mit dem einen Fuß, so immer einen Kreis beschreibend. Einige wenige Vögel, wie die Fledermaussittiche, schlafen an den Zweigen hängend mit dem Kopf nach unten. Bei allen Vögeln ist durch eine besondere Anordnung der Sehnen ein automatisches Zusammengreifen der Zehen bedingt; die Kraft liefert das Gewicht des Körpers, so daß die Vögel ohne aktive Muskelarbeit, die ja rasch zur Ermüdung führen müßte, ihren Ruhesitz umklammern. Besondere Schlafgewohnheiten der Vögel, soweit sie mit geselligen Neigungen derselben zusammenhängen, haben wir bereits früher (S. 691) besprochen.

Unter den Säugetieren schlafen die meisten Arten auf dem Boden liegend, so z. B. Raubtiere, Nagetiere, Insektenfresser usw. Höhlenbewohnende Formen ziehen sich zum Schlaf in ihre Schlupfwinkel zurück; viele Arten haben ein ständiges Nachtlager im Dickicht des Waldes, im Gebüsch, im Gras der Steppe oder auch in hohlen Felsen und Bäumen. Hunde und Wölfe bereiten sich im Gras der Steppe ein Lager, indem sie sich vor dem Niederlegen mehrmals herumdrehen und dadurch die Pflanzen zusammendrücken. Auch die meisten Huftiere schlafen im Liegen, wenn auch viele von ihnen, wie z. B. Pferde und Antilopen, im Stehen zu schlafen vermögen. Sie tun das vor allem in offener Steppe, wenn Gefahren drohen, indem sie sozusagen in Bereitschaftsstellung schlafen. Die Affen, soweit sie nicht Schlafnester bauen (vgl. S. 616), klammern sich im Schlaf an Baumäste oder hocken sich in Astgabeln nieder. Formen, welche wie die Nachtaffen Schutzfärbung besitzen, schmiegen sich der Rinde dicker Baumstämme dicht an. Auch andere Baumbewohner, wie z. B. Faultiere, Baumbeutler, Eichhörnchen, schlafen natürlich auf den Bäumen, die Faultiere, indem sie einfach an ihren langen Krallen, wie an Haken, sich aufhängen. Bei Fledermäusen und Flughunden sind bekanntlich die Zehen der Hinterfüße zu Greifhaken umgestaltet, mit denen sich die Tiere beim Schlaf mit dem Kopf nach unten befestigen; ähnlich den Vögeln verbergen sie dann ihren Kopf, indem sie ihre breiten Flughäute über diesen und den Körper wie einen Mantel zusammenfalten. Die meisten Seesäugetiere können auf der Oberfläche des Wassers schwimmend schlafen. Wir haben das früher schon von den Pelzrobben erwähnt, es gilt auch für Walrosse, alle möglichen Ohrenrobben, See-

Digitized by Google

hunde und Sirenen. Allerdings gehen Seehunde gern zum Schlafen ans Land, beſonders auf flache, iſoliert gelegene Sandbänke; Ohrenrobben gehen jedoch faſt niemals, die Pelzrobben, wie wir ſeinerzeit erfahren haben, nur in der Fortpflanzungszeit an Land. Auch die Wale müſſen wohl an der Waſſeroberfläche ſchlafen können; man findet auch in den Angaben der Walfänger vielfach berichtet, daß Wale im Schlaf überraſcht worden wären. Wie jedoch Kükenthal angibt, iſt das Schlafen der Wale nicht mit Sicherheit erwieſen, wenn es auch ſehr wahrſcheinlich iſt.

Nicht alle Tiere haben ihre Ruhezeit während der lichtloſen Zeit, während der Nacht. Zahlreiche Tiere ruhen am Tag. Dieſe Formen, welche ihre aktive Periode während der Nacht haben, bezeichnen wir als Nachttiere. Es gibt ſolche in allen Gruppen der höheren Tiere. So können wir unter den Cruſtaceen ſpeziell manche der das Land aufſuchenden Einſiedlerkrebſe als Nachttiere bezeichnen. Coenobita rugosus, ein Paguride, der im Roten Meer häufig vorkommt, ſteigt nachts am Strande umher und, wenn man ein totes Tier auf die Korallenfelſen geworfen hat, ſo ſammeln ſich zahlreiche Individuen der Art um das Aas, und durch die ſtille Nacht hört man die von ihnen nachgeſchleppten Schneckenſchalen auf dem Felſen klappern. Auch der ſchon öfter genannte Kokosnußräuber (Birgus latro L.) iſt ein nächtliches Tier. Viele am Tag im Sand eingewühlte Krebſe, z. B. die Sandgarnelen (Crangon vulgaris) u. a., ſind nächtliche Tiere, welche nachts aus dem Sand ſteigen und auf der Nahrungsſuche umherſchwimmen. Sie ſind ein ſehr charakteriſtiſches Beiſpiel für die direkte Wirkung des Lichts, da ſie bei jeder künſtlichen Verdunkelung ſofort aus dem Sand herauskommen. Unter den Inſekten iſt ja bekanntlich die Mehrzahl der Schmetterlinge bei Nacht lebhafter als am Tag. Wir bezeichnen ſie als Nachtſchmetterlinge und ſtellen ſie der relativ kleineren Gruppe der Tagſchmetterlinge gegenüber. Viele Käfer ſind Nachttiere; ich brauche nur an manche Miſtkäfer und die Maikäfer, welche bei Nacht fliegen, an manche Laufkäfer oder an die Leuchtkäfer zu erinnern. Auch unter den übrigen Inſektengruppen gibt es ausgeſprochene Nachttiere, wie z. B. die Zikaden, viele Grillen, die Stechmücken, manche Eintagsfliegen, Trichopteren und viele andere. Von den Spinnentieren iſt die Mehrzahl der Skorpione, ſind ferner die Troguliden ſowie die Theraphoſiden, die Verwandten der Vogelſpinnen, von nächtlicher Lebensweiſe. Nächtliche Mollusken kennen wir nur wenige; einige Tintenfiſche ſind als ſolche zu bezeichnen. Doch iſt es bei Waſſertieren ſehr ſchwer, eine Entſcheidung zu treffen, ob es ſich um eigentliche Nachttiere handelt. Viele Waſſertiere, welche in dämmerigen Zonen des Waſſers leben, ſteigen entweder regelmäßig oder zu gewiſſen Zeiten des Nachts an die Oberfläche empor. Immerhin zeigen die Beobachtungen in Aquarien, daß manche von ihnen bei Tag ruhen und bei Nacht lebhaft werden. Es gilt dies z. B. für manche Haie, ferner für gewiſſe Knochenfiſche, ſo z. B. die Schleien des Süßwaſſers. Solche nächtliche Waſſertiere werden vielfach in ähnlicher Weiſe, wie wir das auch von den Nachtſchmetterlingen kennen, durch grelles Licht angelockt, ſo daß man ſie bei Fackelſchein leicht fangen kann. Unter den Amphibien ſind viele Fröſche, beſonders Laubfröſche und die Baumfröſche der Tropen, Nachttiere. Die Ochſenfröſche und viele Krötenarten beleben des Nachts die Wälder. Das nächtliche Konzert, welches jedem Tropenreiſenden unvergeßlich in der Erinnerung bleibt, iſt zum großen Teil von ſtimmbegabten Amphibien veranſtaltet. Reptilien mit nächtlicher Lebensweiſe ſind außer einigen Schildkröten und nächtlichen Schlangen die Krokodile und manche Eidechſen; ſo z. B. die früher ſchon wegen ihres nächtlichen Inſektenfangs und ihrer bei Tag wirkſamen Schutzfärbung erwähnten Nachtgeckonen. Nachtvögel ſind die eulenähnlichen Raubvögel, die Ziegenmelker und einige tropiſche Vogelgruppen. Unter den Säugetieren ſind wegen des hervorragenden Geruchsſinnes die Nachttiere beſon-

Digitized by Google

ders zahlreich; wir heben hervor: als niederſtes Nachtſäugetier den Ameiſenigel, die große Gruppe der Fledermäuſe, unter den Zahnarmen das Erdferkel (Orycteropus), ferner die Nachtraubtiere, Katzen, Marder und ähnliche Formen, die Mehrzahl der Halbaffen und ſchließlich die Nachtaffen.

Die große Menge der übrigen Tiere ſind Tagtiere; alſo die Mehrzahl der niederen Tiere, vor allem der Würmer, Mollusken, niederen Krebſe, unter den Inſekten die Libellen und ihre Verwandten, die meiſten Käfer, vor allem die Prachtkäfer, Blatthorn- und Bockkäfer, die Mehrzahl der Fliegen und Hymenopteren ſowie die Tagſchmetterlinge. Faſt alle echten Spinnen ſind Tagtiere, das gleiche gilt für die Knochenfiſche, Amphibien, Reptilien und Vögel. Unter den Säugetieren ſind große Gruppen, wie die Huftiere, faſt ausſchließlich aus Tagtieren zuſammengeſetzt; ferner gehören die meiſten Hunde, Bären, Seeſäugetiere, die Gürteltiere unter den Zahnarmen, die Känguruhs unter den Beuteltieren uſw. hieher.

Gehen wir aber genauer auf die Einzelheiten ein, ſo können wir feſtſtellen, daß vielfach nahe verwandte Tiere ſich dem Wechſel von Tag und Nacht gegenüber ganz verſchieden verhalten. Wir ſehen nicht nur in größeren Gruppen einzelne Abteilungen, wie die Tag- und Nachtſchmetterlinge ſich gegenüberſtehen, ſondern auch innerhalb der Gruppen machen einzelne Individuen eine Ausnahme. So fliegen manche Schmetterlinge aus der Gruppe der Heteroceren bei Tag, z. B. unter den Schwärmern das Taubenſchwänzchen (Macroglossa stellatarum L.), unter den Spinnern Aglia tau L., unter den Eulen die Gamma-Eule (Plusia gamma L.). Solche Abweichungen können in der inneren Organiſation der Tiere begründet ſein; es können aber auch äußere Verhältniſſe ſie veranlaſſen; im hohen Norden müſſen alle Tiere, alſo auch die nächtlichen Formen, den langen Polartag ausnützen. Es arbeiten dort nicht nur, wie Frieſe nach Wahlberg angibt, die Hummeln in den hellen Sommernächten, während deren die übrigen Taginſekten ruhen, ununterbrochen weiter, ſondern man ſieht bei Tag auch die wenigen vorkommenden Nachtſchmetterlinge im hellen Sonnenſchein umherfliegen, die Laufkäfer auf Raub ausziehen. Das gleiche gilt für die Schneeeule. Aber auch in unſeren Breiten ſieht man Nachttiere gelegentlich zu anderen Gewohnheiten übergehen. So pflegen in mäuſereichen Jahren die Waldohreulen bei Tag zu jagen. Natürlich ſtellt ſich aber bei den Tieren polarer Regionen auch während des langen Sommertags im üblichen Rhythmus das Bedürfnis nach Ruhe ein, ſo daß die Tagtiere doch vielfach bei hellem Sonnenſchein ihre regelmäßige Hauptruhe abhalten.

Wir ſahen vorhin, daß nicht nur höhere Tiere einen Wechſel zwiſchen einer tätigen und einer ruhenden Periode entſprechend dem Wechſel von Tag und Nacht erkennen laſſen. Bei ſolchen Tieren ſcheinen zum Teil verſchiedene Stoffwechſelvorgänge oder ſonſtige Begebenheiten an den Zellen des Körpers von dem periodiſchen Wechſel von Tag und Nacht abhängig zu ſein. Nach Unterſuchungen von Gamble und Keeble kommt bei der kleinen Garnele Virbius varians ein periodiſcher Farbwechſel vor. Wir haben früher S. 409 von dieſem Tier gehört, daß es in Anpaſſung an den Untergrund die verſchiedenartigſten Färbungen und Zeichnungen annehmen kann. Bei Nacht jedoch ſind alle Individuen gleichmäßig blau. Der blaue Farbſtoff iſt in dem ganzen Körper, auch in den Geweben, ausgebreitet; nach neueren Unterſuchungen von Bauer hängt ſein Auftreten mit gewiſſen Phaſen des Fettſtoffwechſels zuſammen. Es wäre alſo hier ein wichtiger Teil des Stoffwechſels von dem Wechſel zwiſchen Tag und Nacht abhängig. Entſprechende Beobachtungen über periodiſchen Farbwechſel wurden von Gamble und Keeble bei Praunus und Zoëa-Larven von Palaemon, von Degner bei Crangon vulgaris gemacht. Einen ähnlichen Wechſel im Ausſehen des Tieres hat Schleip bei der Stabheuſchrecke Dixippus morosus nachgewieſen

Digitized by Google

(vgl. Abb. 339 S. 387). Dieses Tier wird bei Nacht dunkel, um sich bei Tag wieder aufzuhellen. Die Farbänderung beruht auf einer Wanderung des Pigments in den Zellen der Hypodermis, ohne daß eine Mitwirkung des Nervensystems in Frage käme. Nach Verrill kommt auch bei Fischen und dem Tintenfisch Loligo solche nächtliche Farbenänderung vor. So gibt Verrill an, daß bei vielen Fischen nachts die Färbung dunkler wird, z. B bei Salvelinus fontinalis, Serranus furosus, Prionotus palmipes, P. evolans, während bei Formen mit Streifung oder Fleckung diese stärker hervortritt, z. B. bei Fundulus, Menticirrus nebulosus, Flundern und Schollen. Bei Stenotomus chrysops verwandelt sich gar des Nachts die silberige und irisierende Tagfärbung in ein dunkles Bronze mit sechs schwarzen Querbändern. Ähnliches kommt bei Monacanthus vor. Auch der Tintenfisch Loligo pealei, welcher sich beim Schlaf in eigentümlicher Weise auf Schwanz oder Tentakeln stützt, ist nachts dunkler gefleckt.

Für den großen Einfluß, den der Wechsel von Tag und Nacht auf die Lebenserscheinungen der Tiere ausüben muß, sprechen ferner Beobachtungen an Parasiten von Säugetieren, welche wie die Malariaparasiten und die Blutfilarien in ihrer Vermehrung und ihrer Aktivität eine deutliche Abhängigkeit vom 24-Stundenrhythmus zeigen.

In charakteristischer Weise durch das Licht beeinflußt sind auch gewisse periodische Bewegungen der Tiere. Vor allem bei den im Wasser schwebenden Tieren des Planktons hat man einen deutlichen Einfluß der Tag- und Nachtperiode beobachten können. Im Meer ist der viel größere Reichtum des Oberflächenplanktons in der Nacht auf das Aufsteigen von Tieren aus tieferen Schichten zurückzuführen. Wenn das Tageslicht sich gegen Morgen verstärkt, sinken die betreffenden Formen wieder in die Tiefe. Diese periodischen Wanderungen der Planktontiere sind zuerst von Chun für Meerestiere, später von Hofer für das Plankton unserer Süßwasserseen nachgewiesen worden. Trotz vieler Beanstandungen scheint es doch zuzutreffen, daß solche periodische Wanderungen bei vielen Tierformen vorkommen. Sie stehen jedenfalls im Zusammenhang mit der Tatsache, daß die Tiere sich an eine bestimmte Lichtintensität anpassen und stets bestrebt sind, eine Zone, in welcher die betreffende Intensität vorhanden ist, aufzusuchen. Walter hat gezeigt, daß in den polaren Gebieten z. B. mit dem Golfstrom eingewanderte südliche Tierformen auch während des langen Polartags diese periodischen vertikalen Wanderungen beibehalten. Es wird dies wohl nicht auf eine mnemische Wirkung des früheren Rhythmus (vgl. S. 766) zurückzuführen sein, sondern auf die Verminderung der Intensität des Lichts in den oberflächlichen Wasserschichten, wenn abends die Sonnenstrahlen unter sehr spitzem Winkel auffallen und zum großen Teil reflektiert werden.

Diese periodischen Wanderungen der Planktontiere hängen mit den besonderen Beziehungen zum Licht zusammen, welche für die einzelnen Tierarten charakteristisch sind. Viele Tiere vermögen sich an Licht von sehr verschiedener Intensität anzupassen, wir nennen sie euryphotisch; ihnen stehen die Tiere gegenüber, welche an ganz bestimmte Grenzwerte der Lichtintensität gebunden sind und sich extremen Schwankungen nicht anzupassen vermögen, die stenophotischen Tiere. Während die Tagtiere meist euryphotisch sind, ist die Mehrzahl der typischen Dämmerungs- und Nachttiere stenophotisch. Die Anpassung an verschiedene Lichtintensitäten geschieht meistens durch Verschiebung der Augenpigmente, aber es kommen dabei auch andere Faktoren in Betracht.

Euryphotische Tiere können sich an eine bestimmte Lichtintensität anpassen, welche dadurch für sie vorübergehend zum Optimum wird. Dieses Optimum streben die betreffenden Tiere zunächst immer wieder aufzusuchen; sind sie aber gezwungen, längere Zeit in einer abweichenden Lichtintensität zu verweilen, so passen sie sich an diese an, welche nunmehr für sie zum Optimum wird.

Digitized by Google

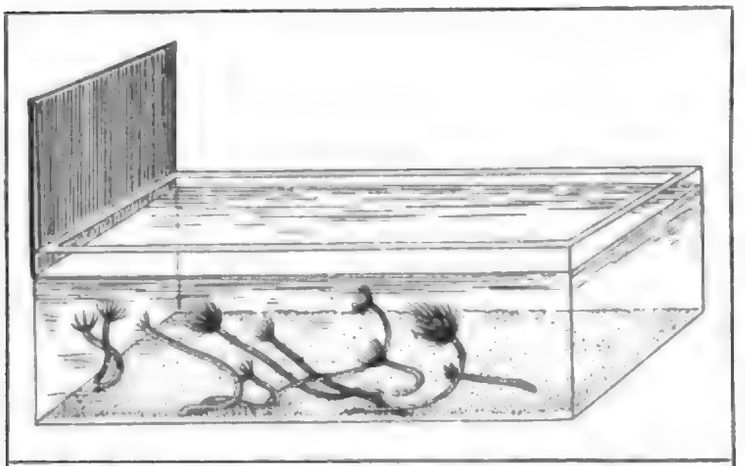


Abb. 734. Heliotropismus bei dem Röhrenwurm Spirographis spallanzani. Das Licht fällt nur von links unterhalb des dunkeln Schirms in das Aquarium. Alle Würmer krümmen sich so, daß die Symmetrieachse ihres Kiemenkranzes in die Richtung der Lichtstrahlen fällt, und bleiben in dieser Stellung, solange die Richtung der Lichtstrahlen sich nicht ändert. Nach Loeb.

Manche Tiere lieben die Sonne und suchen stark belichtete Stellen mit Vorliebe auf; das gilt z. B. für die Mehrzahl der beschuppten Reptilien, während die Salamander und andere Amphibien schattenliebende Tiere sind. Es liegen noch kaum Experimente vor, aus denen hervorginge, daß im Verhalten zum Licht bei den Tieren ähnliche Gesetzmäßigkeiten vorliegen wie im Verhalten zum Salzgehalt des Mediums und zur Temperatur. Es ist dies aber sehr wahrscheinlich. Neuere Versuche von Secerow zeigen jedenfalls, daß bei lichtliebenden Tieren, z. B. Reptilien, das Eindringen des Lichtes durch die Schuppen und durch Pigmentlagen erschwert ist, während bei den schattenliebenden Salamandern relativ mehr Licht ins Innere des Körpers dringt. Welche Gesetzmäßigkeiten diesen Tatsachen zugrunde liegen, können wir jetzt noch nicht übersehen.

Soweit wir bis jetzt wissen, suchen unter den niederen Tieren viele Polypen und Aktinien, viele Würmer, Muscheln und Schnecken mit Vorliebe Orte mit geringerer Belichtung auf; unter den Landtieren gilt dies für viele Tausendfüßler, Landschnecken, Insekten, welche im Boden und unter Steinen wohnen. Vielfach können wir während der Entwicklung der Tiere eine Umkehr in ihrem Verhalten zum Licht feststellen, z. B. wenn Insektenlarven, die sich während der Freßperiode am Licht aufhielten, zur Verpuppung dunkle Orte aufsuchen, sich z. B. in der Erde verkriechen.

Diese Erscheinungen sind von der Reizbarkeit der Tiere durch Licht abhängig. Im ersten Band haben wir schon erfahren, daß Tiere auf Licht reagieren können, einerlei, ob sie Augen besitzen, oder ob solche bzw. sie ersetzende Lichtsinneszellen nicht vorhanden sind. Der Erfolg des Lichtreizes wird uns durch Bewegungen des Tiers, Zusammenzucken, Flucht usw. erkennbar. Nun reagieren nicht wenige Tiere auf Lichtreiz durch ganz bestimmt gerichtete Bewegungen. Wir fassen die hierher gehörigen Erscheinungen unter dem Namen des Phototropismus zusammen. Sie sind für das Verständnis vieler Lebenserscheinungen von großer Bedeutung.

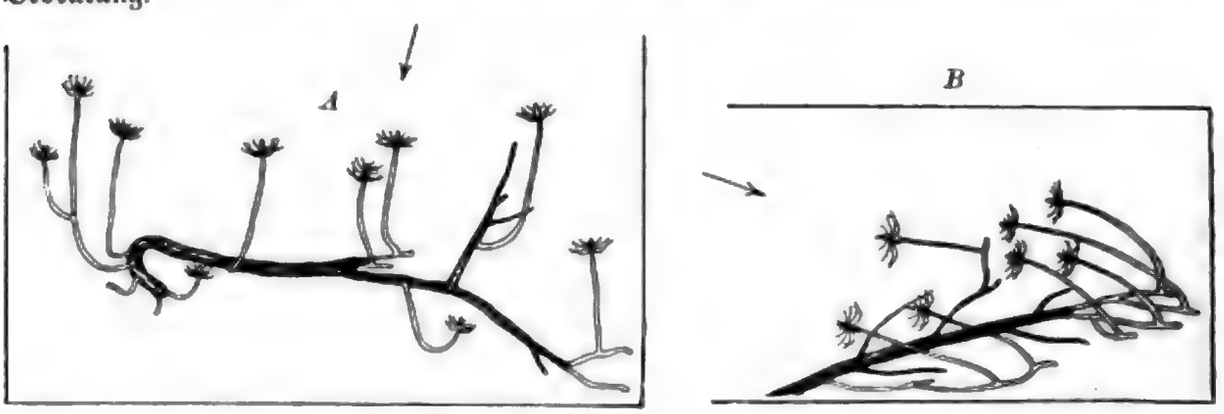


Abb. 735. Heliotropismus bei dem Hydroidpolypen Eudendrium. *A* Heliotropische Einstellung zu senkrecht von oben einfallendem Licht, *B* heliotropische Krümmung zu seitlich einfallendem Licht. Nach Loeb.

Digitized by Google

Wie bei den Pflanzen, so finden wir bei vielen festsitzenden Tieren durch Wachstum bedingte Bewegungen, welche eine bestimmte Einstellung des Tierkörpers zur Richtung der einfallenden Lichtstrahlen zur Folge haben. So wachsen, wie zuerst J. Loeb nachgewiesen hat, Hydroidpolypen, z. B. Eudendrium, mit ihren Polypenköpfchen dem Licht entgegen. Ähnlich sind viele Röhrenwürmer, Muscheln, Bryozoen usw. stets in einer typischen Weise zum Licht eingestellt. Meist handelt es sich um positiven Phototropismus, indem gewisse Teile des Tierkörpers jeweils der Lichtquelle zugekehrt erhalten werden. Ändert man experimentell die Einstellung des Tiers zum Licht, so erfolgt durch stärkeres Wachstum an der dem Licht abgewandten Seite eine Wiederherstellung der normalen Stellung zum Licht. Auf den Phototropismus ist die gleichmäßige Richtung der Einzelindividuen, welche die Rasen und Bänke sessiler Tiere im Wasser so auffällig macht, hauptsächlich zurückzuführen.

Von diesen Erscheinungen des durch Wachstum bedingten Phototropismus pflegt man die durch aktive Bewegung des Tiers bewirkte Einstellung zur Richtung der Lichtstrahlen als Phototaxis zu unterscheiden. Auch sie kann positiv und negativ sein. Der Reiz wird bei phototaktischen Tieren meist durch ein Lichtsinnesorgan, ein Auge, aufgenommen und hat eine stärkere Bewegung der einen Seite des Tieres zur Folge, bis eine Einstellung der Symmetrieebene des Tiers zum Licht bewirkt wird; ein phototaktisches Tier schwimmt demnach immer in bestimmter Richtung, je nachdem es positiv oder negativ phototaktisch ist, zur Lichtquelle hin oder von ihr weg.

Wir können hier nicht auf die Umwege eingehen, welche zur Erreichung dieses Zieles vielfach durch die komplizierte Organisation der Tiere bedingt werden. Wir müssen uns damit begnügen, hervorzuheben, daß viele Larven von Wassertieren, pelagische Krebse und überhaupt viele Planktontiere, aber auch Tiere des Benthos, Krebse, Fische, ferner Fischlarven phototaktisch sind. Auch bei Lufttieren kommt die gleiche Erscheinung vor, so bei Insekten, z. B. den Motten, Trichopteren, Mücken, die abends ins Licht fliegen.

Drittes Buch

Schluß

Die Zweckmäßigkeit im Tierbau und Tierleben und ihre Erklärungen

Digitized by Google

16. Kapitel.

Die zweckmäßigen Eigenschaften der Tierarten und ihre Entstehung.

In den beiden Bänden dieses Werkes haben wir an hundertfältigen Beispielen kennen gelernt, daß die Tiere zweckmäßig gebaut sind, daß ihre Organe zweckmäßig funktionieren, und daß die Tiere selbst zweckmäßige Handlungen ausführen. Diese Zweckmäßigkeit im Bau und Leben der Tiere stellt eines der großen Rätsel dar, um deren Lösung die Menschheit sich seit dem Altertum bemüht. Die Weltanschauung früherer Zeiten erblickte in ihm das Anzeichen der Einwirkung einer anderen Welt auf das natürliche Geschehen. Auch in der Gegenwart gibt es Richtungen in der Wissenschaft, welche an der Erklärung der organischen Zweckmäßigkeit verzweifeln. So wird von manchen angenommen, die Fähigkeit zweckmäßig zu reagieren, sei eine Grundeigenschaft der lebenden Substanz, unzertrennbar mit deren Wesen verknüpft. Sie unterscheide das Lebende von allem Toten, das Organische vom Anorganischen. Im ersten Band S. 15 wurden bereits die Grundlagen dieser vitalistischen Anschauungen dargestellt und kritisiert. Es wurde dort gezeigt, daß die Verfasser dieses Werkes nicht zu den Anhängern des Vitalismus gehören, obwohl sie zugestehen, daß weder der Vitalismus noch der Mechanismus auf Grund unserer heutigen Kenntnisse bewiesen oder widerlegt werden kann.

Würden wir entsprechend den vitalistischen Doktrinen annehmen, die Zweckmäßigkeit hafte allem Organischen im Gegensatz zum Anorganischen seit jeher als ihm innewohnende Eigenschaft an, so müßten wir damit die Theorie verknüpfen, daß das Leben seit jeher existierte, wohl auch, daß es auf der Erde von Anfang an vorhanden war. Es sei denn, daß wir zu der sehr unwahrscheinlichen Annahme greifen wollten, das Leben sei von außen, aus dem Weltall der Erde zugeführt worden (vgl. S. 780). Wir haben allerdings früher schon erörtert, daß die ersten Lebewesen, die primitivsten Formen, welche wir uns überhaupt vorstellen können, mit der Fähigkeit zweckmäßigen Reagierens ausgestattet gewesen sein müssen (S. 426). Aber auch bei ihnen stellten wir sie uns als erworbene Fähigkeit vor, als durch die Art der Kombination der den Körper zusammensetzenden Substanzen bedingt. Substanzen und Kräfte, die auch in der anorganischen Welt wirken, traten nach unserer Auffassung bei diesen Organismen zu neuen und eigenartigen Reaktionen zusammen.

Wer am Fortschritt unserer gesamten Naturanschauung mitarbeiten will, muß seine Fragestellungen auf eine der beiden angeführten Theorien basieren. Mir scheint die mechanistische Auffassung des Geschehens an den lebenden Organismen deswegen vorzuziehen, weil sie bisher in der Forschung am fruchtbarsten gewesen ist. Die immer größere Beherrschung der Naturvorgänge ist das große Ziel moderner Naturwissenschaft. Sie strebt danach, wie sie die chemischen und physikalischen Kräfte der Natur immer mehr zügeln und lenken lernt, so auch im Gebiete des Organischen durch Erforschung der Gesetze das

Geschehen zu beeinflussen. Wir haben in den letzten Kapiteln des zweiten Buches eine Reihe von Fällen kennen gelernt, in denen dies bereits gelungen ist, indem man bei der Anstellung der Versuche von der Annahme ausging, daß an den Tieren dieselben Kräfte wirksam sind wie in der ganzen übrigen Natur.

In der Einleitung zum ersten Band wurde dargelegt, welche Gründe uns dazu bestimmen, die Abstammung der gegenwärtig lebenden Tierarten von anders aussehenden und anders organisierten Vorfahren anzunehmen. Da wir im zweiten Band erfahren haben, unter wie verschiedenartigen Lebensbedingungen die Tiere existieren können, so müssen wir voraussetzen, daß jede Tierart bei ihrer Umwandlung neuen Verhältnissen entsprechend sich anzupassen vermochte, d. h. mit anderen Worten: die speziellen Zweckmäßigkeiten in Bau und Funktionen der Tierarten müssen mit ihnen entstanden sein. Jede Theorie, welche uns Aufschluß über die Entstehung der Tierarten geben soll, muß uns gleichzeitig über das „Wie" dieser Entwicklung aufklären. Tatsächlich liegt auch der Schwerpunkt jeder der großen Theorien über Abstammungslehre, welche Anklang gefunden hat, auf der Erörterung der Entstehung zweckmäßiger Anpassungen.

Das gilt schon für die erste derartige Theorie, welche so gut durchdacht und so weit auf Tatsachen gestützt war, daß sie eine ernsthafte Diskussion verdiente und auch erfuhr. Es ist das die von Jean Jacques de Lamarck im Jahre 1809 veröffentlichte Entwicklungstheorie. Manches von den Ideen Lamarcks hat sich als bleibend erwiesen und hat zum mindesten auf die Entwicklung der späteren Abstammungstheorien einen wichtigen Einfluß gehabt. Mehr noch von seinen Ideen mußte aus der wissenschaftlichen Diskussion wieder verschwinden, einmal weil, wie im ersten Band schon gesagt wurde, Lamarck seine Ansichten in dogmatischer Weise, wie es damals bei den Naturphilosophen üblich war, formulierte, ohne sie genügend begründen zu können; dann aber auch, weil ein genügendes Tatsachenmaterial damals noch nicht vorlag und infolge seiner vorwiegend beschreibenden und anatomischen Forschungsrichtung von Lamarck auch nicht neu beschafft werden konnte.

Zwei Teile der Lamarckschen Theorie haben vor allem Beachtung gefunden. Der erste derselben stellt eigentlich das Rückgrat seiner ganzen Anschauungen dar. Lamarck stellte sich vor, daß jedes im Leben eines Organismus oder eines Teiles desselben auftretende neue Bedürfnis die Tendenz zur Befriedigung dieses Bedürfnisses wachrufe. Der Versuch zur Befriedigung des Bedürfnisses führe zu Veränderungen des Organismus, die zu etwas Bleibendem würden, wenn die veränderte Lebenslage, die das Bedürfnis wachgerufen hatte, bestehen blieb. Schon die abstrakte Formulierung dieser Anschauung weist auf den Zusammenhang mit der damaligen Naturphilosophie hin. Im gegenwärtigen Zusammenhang interessiert uns am meisten, was wohl diese Theorie zur Erklärung der Zweckmäßigkeit in der organischen Welt nützen kann. Ein kurzes Nachdenken belehrt uns darüber, daß Lamarcks Theorie die Zweckmäßigkeit in der organischen Welt ohne weiteres als etwas Gegebenes annimmt. Er muß sich sogar die bei den zweckmäßigen Reaktionen wirksamen Kräfte als psychische Faktoren vorgestellt haben, welche das materielle Substrat der Tierkörper beeinflussen und lenken. Er dachte sich also an den lebenden Wesen Kräfte wirksam, welche wir in der unbelebten Natur nicht nachweisen können. In der neuesten Zeit sind die Ideen Lamarcks von einigen Forschern wiederaufgenommen worden, so z. B. von dem Zoologen Pauly. Dieser neu auferweckte Psycholamarckismus, wie er wohl mit Recht genannt wird, sucht zwar zum Teil die gleichen dirigierenden Kräfte, deren Wirkung an den Lebewesen er annimmt, auch in der anorganischen Welt nachzuweisen. Er gerät damit auf dieselben Abwege, welche seinerzeit verhinderten, daß die Theorie Lamarcks einen größeren Einfluß auf

Digitized by Google

das Denken seiner Zeitgenossen gewann. Der Psycholamarckismus nähert sich in seinen Anschauungen vitalistischen Ideen und teilt mit diesen die Eigenschaft, daß die Prämissen nicht experimentell und an der Hand des Tatsachenmaterials geprüft werden können. Da dieser Teil der Lamarckschen Theorie sich auf der Voraussetzung des zweckmäßigen Reagierens der lebenden Wesen aufbaut, so brauchen wir uns an dieser Stelle auf ihn ebensowenig einzulassen wie auf die früher erwähnten, sich mit ihm berührenden Annahmen.

Ein zweiter Teil der Lamarckschen Theorie verdient aber in weit höherem Grade sorgfältige Erwägung. Wir sahen vorhin, daß nach Lamarcks Annahme ein verändertes Bedürfnis zu einem veränderten Gebrauch eines Organs führen kann. Solche Fälle sind tatsächlich in der Natur bekannt. So hat denn schon im Anfang des vorigen Jahrhunderts seine Idee, daß die Ausbildung der verschiedenen Organe des Tierkörpers durch Gebrauch und Nichtgebrauch bewirkt werde, eingehende Beachtung gefunden und findet sie auch noch heute. Es ist eine unbestreitbare Erfahrung, daß die Organe der Tiere durch Gebrauch gestärkt, durch Nichtgebrauch geschwächt werden. Jeder von uns kann es an sich selbst erfahren, daß Übung seine Muskeln kräftigt und ihre Leistungsfähigkeit erhöht. Eine schwere Krankheit, welche gewisse Muskeln außer Tätigkeit setzt, belehrt uns ebenso überzeugend von ihrer Schwächung durch Nichtgebrauch. Die erhöhte oder herabgesetzte Leistungsfähigkeit ist in diesen Fällen auch von einer Veränderung in Größe und Aussehen der Muskeln begleitet. Jeder Mensch, welcher eine Tätigkeit ausführt, zu der ganz bestimmte Muskeln vorwiegend gebraucht werden, entwickelt diese Muskeln in besonderem Maße. Die enorm großen und starken Muskeln am rechten Oberarm der Schmiede sind ein bekanntes Beispiel für diesen Zusammenhang. In ähnlicher Weise lassen sich alle möglichen Veränderungen von Organen am Menschen- und Tierkörper auf die starke Inanspruchnahme der betreffenden Körperregion zurückführen. Zwei Pferde, welche als Fohlen einander sehr ähnlich waren, können im erwachsenen Zustand ein ganz verschiedenes Aussehen bekommen haben, wenn das eine etwa als Ackerpferd, das andere als Rennpferd Verwendung fand. Bei jedem werden andere Muskelgruppen zur Höchstleistung herangezogen worden sein und sich daher besonders stark entwickelt haben. Ein Rekrut, der sehr häufig und sehr stramm „Gewehr über" gemacht hat, kann, bis er Unteroffizier geworden ist, in der Haut seiner Schulter einen sogenannten Exerzierknochen entwickelt haben. Ähnliche Erfahrungen machen wir auch an allen möglichen anderen Organen. So wissen wir, daß die Sinnesorgane bei rationeller Verwendung eine Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit erfahren, während sie bei Nichtbenützung geringwertiger werden. Wir brauchen hier gar nicht auf die Erfahrungen beim Menschen zurückzugreifen, wenn wir uns an die auf Seite 886 mitgeteilte Tatsache erinnern, daß das Auge einer Termitenkönigin im Dunkeln in relativ kurzer Zeit einer starken Degeneration verfällt.

Diese Grundlage der lamarckistischen Theorie wird niemand bestreiten wollen. Wir haben in dem vorliegenden Band eine große Menge von Tatsachen kennen gelernt, welche alle für eine Anpassungsfähigkeit des tierischen Organismus sprechen. In der Einleitung auf Seite 7 haben wir diese Fähigkeit der Tierkörper als Regulationsfähigkeit bezeichnet. Es mußte nun eine Grundannahme der Lamarckschen Theorie sein, daß die durch Gebrauch oder Nichtgebrauch erworbenen Regulationen des tierischen Organismus sich durch Vererbung auf dessen Nachkommen übertragen. Diese Forderung hat bisher von den Anhängern der Lamarckschen Theorie nicht erfüllt werden können. In keinem Fall hat sich eine Vererbung einer durch Übung erworbenen Eigenschaft nachweisen lassen. Der Sohn eines Schmieds kann mit einem ganz muskelschwachen Arm zur Welt kommen, wenn sein

Digitized by Google

Vater noch so stark war. Ein Rennpferd kann seine guten Eigenschaften auch dann auf seine Kinder übertragen, wenn es selbst in einem muskelschwachen Zustand oder lahm zur Fortpflanzung kommt, falls es nur selbst einer guten Zucht entstammt. Alle Versuche, eine erbliche Übertragung einer durch Übung erworbenen oder gesteigerten Eigenschaft experimentell zu beweisen, sind bisher vergeblich gewesen; ihre Resultate können einer scharfen Kritik nicht standhalten.

Nur nach einer gewissen Richtung haben sich Bestätigungen der Lamarckschen Annahmen finden lassen. Wie schon Buffon vor ihm und wie vor allem Geoffroy St. Hilaire und dann später Darwin, Semper, Haeckel und viele andere hatte auch Lamarck schon mit einem direkten Einfluß des Lebensraumes auf den tierischen Organismus gerechnet. Auch er hatte schon angenommen, daß die Belichtungs-, Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse eine abändernde Einwirkung auf die Organisation der Tiere haben müßten. In den letzten Kapiteln dieses Buches haben wir zahlreiche Beispiele für derartige Beeinflussungen kennen gelernt. Und zwar haben wir nicht nur von Regulationen erfahren, welche das einzelne Tier an seinem Körper zu erzielen vermochte, sondern wir hörten auch von vererbbaren Abänderungen. Im XIV. Kapitel schilderten wir, daß nach den Experimenten von Standfuß, Fischer, Tower und auch Kammerer insbesondere Temperatureinflüsse so auf die Tiere einwirken, daß die erzielten Abänderungen auch in den nachfolgenden Generationen sich noch bemerkbar machen. Wenn diese Erfahrungen nun auch eine der Voraussetzungen der Lamarckschen Theorie zu erfüllen scheinen, so tun sie es doch nicht in dem Sinn, in welchem dies Lamarck und auch noch seine modernen Anhänger vermuteten. In keinem Fall hat sich eine Veränderung des Elternkörpers als vererbbar erwiesen, wenn nicht die abändernde Kraft außer auf den Körper selbst auch auf die in ihm enthaltenen Keimzellen gewirkt hatte. Ja, aus den Untersuchungen von Tower geht sogar hervor, daß eine Temperatureinwirkung erfolgen kann, ohne am Körper des erwachsenen Tieres irgendein äußeres Zeichen zu hinterlassen. Wurden aber die in dem Tier enthaltenen Keimzellen gerade in ihrer sensiblen Periode dem Einfluß der wirksamen Temperatur ausgesetzt, so waren die aus ihnen entstehenden jungen Tiere in einem bestimmten Sinn abgeändert. Also nicht Gebrauch oder Nichtgebrauch hatte hier eine Abänderung der Eltern veranlaßt, die sich dann auf die junge Generation übertrug, sondern die jungen Tiere, welche aus den Eiern hervorgingen, die den Temperaturreiz erfahren hatten, waren die ersten, welche die Folgen dieser experimentellen Behandlung an ihrem Körper zeigten. Ganz mit Recht hat man diese Art der Beeinflußung der Geschlechtszellen als eine Tatsache bezeichnet, welche nicht als Beweis für den Lamarckismus im alten Sinn herangezogen werden kann. Auch jene Fälle, welche, wie die Versuche von Standfuß und Fischer, die Übertragung eines von den Eltern angenommenen neuen Charakters, also bei jenen Schmetterlingen der Schwarzfärbung, auf die Nachkommen zu beweisen schienen, können ohne weiteres als Parallelinduktion gedeutet werden, d. h. als eine gleichzeitige und gleichsinnige Beeinflussung des Elternkörpers und der in ihm enthaltenen Keimzellen.

Immerhin ist damit nicht widerlegt, daß eine Abänderung des Körpers auf die Geschlechtszellen so einwirken kann, daß die betreffende Abänderung bei den Nachkommen wieder auftritt. Ist es doch gelungen, manche Substanzen, z. B. Farbstoffe, auf dem Weg über den Mutterkörper in die Eier einiger Tierarten (z. B. der Pelzmotte) zu bringen, so daß sie auf diese Weise auch auf die Embryonen, welche aus diesen entstanden, übertragen wurden. Ebenso wahrscheinlich scheint mir, daß gewisse Stoffe auf einem analogen Weg den Eiern entzogen werden könnten. Zum mindesten Substanzen, welche durch das Eiplasma über-

Digitized by Google

tragen werden, könnten auf diese Weise den Embryonen fehlen, und dadurch könnte der Ausfall von bestimmten Organen oder Eigenschaften, wie Färbungen, bedingt werden. Es ist aber nicht in Abrede zu stellen, daß auf diesem Wege auch eine Einwirkung auf die im Kern der Geschlechtszelle lokalisierten Erbeinheiten ausgeübt werde könnte.

Von Bedeutung für unsere Anschauungen über die Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften müssen jedenfalls auch die im XIV. Kapitel beschriebenen erblichen Instinktabänderungen bei der Geburtshelferkröte und bei den Salamanderarten sein. Wenn wir nicht annehmen, daß die erzielten Abänderungen innerhalb des Umfangs der für die betreffenden Arten charakteristischen Reaktionsnorm liegen, so müssen wir in ihnen tatsächlich Vererbung erworbener Eigenschaften erblicken. Ehe man aber weitgehende Schlüsse auf diese Angaben baut, müssen sie kritisch nachgeprüft werden.

Wir brauchen uns aber hier gar nicht mit der Erörterung aufzuhalten, ob man die angeführten Ergebnisse von Experimenten als eine Vererbung erworbener Eigenschaften bezeichnen dürfe oder nicht. Für uns im gegenwärtigen Zusammenhang ist es viel wichtiger, daß in keinem Fall eine durch Übung erworbene Abänderung, in keinem Fall eine neu erworbene zweckmäßige Anpassung sich vererbt hat. Nur für rhythmisches Geschehen scheint eine deutliche Nachwirkung auf nachfolgende Generationen vorzuliegen. Es ist hier nicht der Ort, um deren Zustandekommen zu diskutieren. Jedenfalls wäre es für die Tierarten auch gar nicht vorteilhaft, wenn jede Regulation sich ohne weiteres auf die Nachkommen vererbte und dadurch fixiert würde. Es ist vielmehr anzunehmen, daß längere Zeiträume notwendig sind, damit eine zuerst innerhalb des Bereichs der Regulation liegende Abänderung zu einer konstant vererbten Eigenschaft wird. So ist es denn sehr verständlich, daß die erst in neuerer Zeit begonnenen Versuche uns kein Material zur Frage nach der Entstehung der zweckmäßigen Eigenschaften der Tiere geliefert haben. Daß theoretisch die Annahme der Vererbung von Regulationen die naheliegendste Erklärung für die Entstehung zweckmäßiger Eigenschaften ist, wird niemand leugnen.

Auch was groß und gut an Lamarcks Theorie gewesen war, war kaum beachtet worden, weil ihr Verfasser seine Beispiele nicht sehr geschickt gewählt hatte, weil seine Ausführungen sehr theoretisch und abstrakt gewesen waren, und weil ihm ein ungenügendes Tatsachenmaterial zur Verfügung stand. In all diesen Punkten unterschied sich die 50 Jahre später an die Öffentlichkeit tretende Theorie Darwins aufs gründlichste. Charles Darwin, welcher im Jahre 1809 geboren war, hatte in einer langen Studienzeit Gelegenheit gehabt reiche Erfahrungen über Tier- und Pflanzenleben sowie über Erdgeschichte zu sammeln Eine Unmenge von Beobachtungen hatte er vor allem auf einer Reise um die Welt, 1835 bis 1839, gemacht und aufgezeichnet. In seinem langen Leben veröffentlichte er eine Reihe von hervorragenden Facharbeiten aus dem Gebiet der Zoologie, Botanik und Geologie. Wäre er nur auf einem der drei Gebiete tätig gewesen, auf jedem der drei würde man ihn zu den großen und berühmten Forschern rechnen. Seine hervorragende Beobachtungsgabe und seine Abneigung, theoretische Ideen ohne vertieftes Studium der sachlichen Grundlagen auszusprechen, ferner sein Umgang mit einer Reihe der hervorragendsten Naturforscher seiner Zeit, wie dem Botaniker Hooker und dem Geologen Lyell, welche ihm eine Fülle von Tatsachenmaterial zutrugen, sicherten seinen Büchern von vornherein einen großen Erfolg. 19 Jahre lang arbeitete er in steter Verbindung mit seinen wissenschaftlichen Freunden an seiner großen Theorie. Da, im Jahre 1858, sandte gerade an ihn der englische Naturforscher Wallace, der sich damals im malaiischen Archipel aufhielt, eine kleine Abhandlung, um sie der Linnéschen Gesellschaft in London vorzulegen. Diese Abhandlung enthielt

Digitized by Google

dieſelben Grundgedanken, welche Darwin ſeit Jahren in ſeinem umfangreichen Manuſkript ausgearbeitet hatte. Im Einverſtändnis mit ſeinen Freunden und auf deren intenſives Drängen hin, erklärte ſich der vorſichtige Forſcher nun endlich dazu bereit, gleichzeitig mit der Abhandlung von Wallace einen kurzen Abriß ſeiner Theorie zu veröffentlichen. Im Jahre 1859 erſchien dann ſein grundlegendes Werk über die Entſtehung der Arten, welches ſofort auf die ganze ziviliſierte Welt einen ungeheuren Eindruck machte. Alles, was ſeinerzeit der Theorie Lamarcks geſchadet hatte, war hier durch Vorzüge erſetzt, welche der Geiſtesrichtung des Jahrhunderts entgegenkamen. Die Behauptungen des Buches enthielten ſich jeglicher Phantaſterei; ſie waren im engſten Zuſammenhang mit einer unendlichen Fülle von Tatſachen und Experimenten dargeſtellt. Alles, was Darwin zur Begründung ſeiner Theorie anführte, konnte nachgeprüft oder neu unterſucht werden. So mußte denn die Veröffentlichung ſeiner Ideen zu einer Bewegung in der Naturwiſſenſchaft führen, die wohl noch auf lange Zeit hinaus ihr Ende nicht finden wird.

Darwin ging beim Aufbau ſeiner Theorie von alten Erfahrungen aus, welche allgemein bekannt waren, und über welche täglich neues Wiſſen geſammelt werden konnte. Er wies darauf hin, daß die einzelnen Formen der Haustiere, obwohl man ſie fruchtbar miteinander kreuzen kann, und obwohl in vielen Fällen bekannt iſt, daß ſie von einheitlicher Abſtammung ſind, dennoch Verſchiedenheiten im Ausſehen, in der Funktion der Organe und in den Tätigkeiten aufweiſen können, welche größer ſind als die entſprechenden Unterſchiede bei verſchiedenen Arten, ja ſelbſt bei Gattungen frei lebender wilder Tiere. Diejenige Tierform, welche ſein eigenes wichtigſtes Unterſuchungsobjekt bildete, war die Haustaube mit ihren zahlreichen verſchiedenen Raſſen. Dieſe können in einer großen Menge von Eigenſchaften ganz außerordentlich voneinander abweichen. So iſt ſchon die relative Größe der einzelnen Arten ſehr verſchieden: manche Raſſen ſind drei- bis viermal ſo groß und ſo ſchwer als andere. Schier unerſchöpflich iſt die Menge der Farbenvarietäten bei den Haustauben; vom reinſten Schneeweiß bis zum tiefſten Schwarz finden ſich alle Zwiſchenſtufen. Daneben gibt es rote, braune und gelbliche, bläuliche und ſchiefergraue Raſſen; bei manchen treten in größerer oder geringerer Ausdehnung Regionen von metalliſch grünen Federn auf. Die Federn ſelbſt können in Größe und Form an den einzelnen Körperteilen ſehr verſchieden ſein. Selbſt die Zahl der Federn, welche ſonſt bei Vogelarten ſehr konſtant iſt, zeigt bei den Taubenraſſen große Gegenſätze. Während bei den meiſten übrigen Raſſen, ähnlich wie bei den wilden Tauben, zwölf bis vierzehn Schwanzfedern vorhanden ſind, zeigt die Pfauentaube deren 30 bis 42. Form und Größe des Kopfes, Dimenſionen und Umriſſe des Schnabels, Länge, Farbe und Befiederung der Füße ſind bei den einzelnen Raſſen ganz verſchieden. Das gleiche gilt für die Ausdehnung, Färbung, Form und Oberflächenbeſchaffenheit der an der Wurzel des Schnabels befindlichen Wachshaut. Ganz beſonders auffallend iſt die Variation in den Wirbelzahlen. Während z. B. Brieftauben in ihrer Wirbelſäule 38 Wirbel beſitzen, beträgt deren Zahl bei den Kropftauben 43. Die Zahl der Kreuzwirbel ſchwankt bei den einzelnen Raſſen zwiſchen 11 und 14.

Die gleichen Verſchiedenheiten zeigen die Taubenraſſen auch in ihrem Benehmen. Während die einen ſehr ſcheu ſind, ſind die anderen zahm. Manche ſind ſehr flugluſtig, andere träge. Die Pfauentauben richten ihren vielfederigen Schwanz in Geſtalt eines Fächers, ähnlich wie es die Pfauen tun, auf und ſtolzieren majeſtätiſch hin und her. In dieſer Bewegungsform werden ſie von den Kropftauben noch übertroffen, welche den Kopf weit zurücklegen und die Kropfregion des Halſes ſtark aufblähen. Als Purzler bezeichnet man eine Taubenraſſe, welche die merkwürdige Eigenſchaft beſitzt, beim Flug ſich zuerſt in die Höhe

Digitized by Google

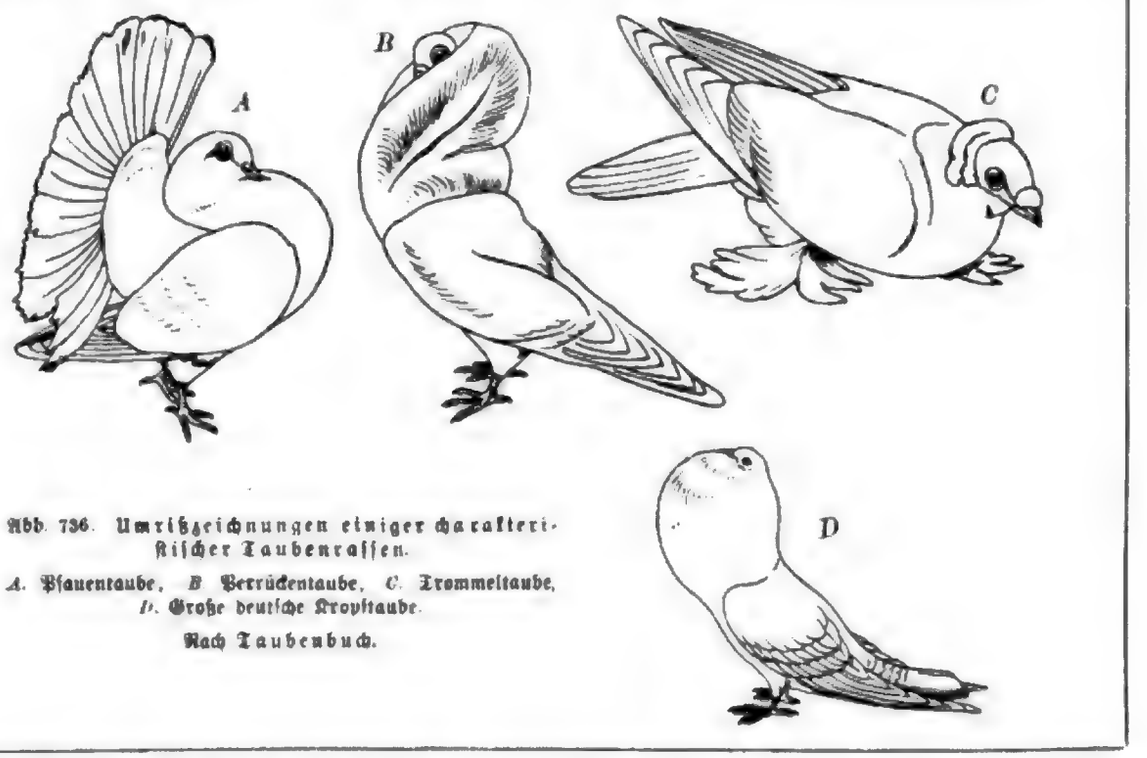


Abb. 736. Umrißzeichnungen einiger charakteristischer Taubenrassen.

A. Pfauentaube, *B* Perrückentaube, *C.* Trommeltaube, *D.* Große deutsche Kropftaube.

Nach Taubenbuch.

zu erheben, um dann eine Serie von Purzelbäumen in der Luft auszuführen, ehe sie wieder herabsteigt. Manche Individuen einer ähnlichen Rasse führen die Evolutionen mit einer solchen Hingebung am Boden aus, daß sie sich zu Tode purzeln, wenn man sie nicht zum Aufhören zwingt. Von den Brieftauben ist allgemein bekannt, daß die Schnelligkeit des Fluges und die Fähigkeit, sich in unbekanntem Gelände zu orientieren, zu ihren hervorstechendsten Eigenschaften zählen. Je besser die Brieftaubenrasse ist, um so größer sind die Leistungen, die sie auf Grund dieser Fähigkeiten vollführen. Nur wenige der übrigen Taubenrassen könnten nur im geringsten mit der Brieftaube in Konkurrenz treten.

Trotz dieser großen Verschiedenheiten sind sämtliche Taubenrassen, wie Darwin überzeugend dargetan hat, von einer wildlebenden Art abzuleiten. Es ist dies die weitverbreitete Felsentaube (Columba livia), die einzige in der alten Welt auf Felsen brütende Wildtaube. Eine ganze Reihe ihrer Instinkte, wie z. B. das Vermeiden von Bäumen beim Niedersitzen und zum Nestbau, sind bei den so sehr voneinander abweichenden Taubenrassen heute noch vorhanden. Ja, selbst manche ihrer morphologischen Merkmale, wie z. B. das schwarze Band auf dem Schwanz und auf den Hinterflügeln, treten manchmal noch als Rückschlag bei ganz anders gefärbten Rassen auf. Die Zucht der Taube ist schon so alt, daß wir keine der gegenwärtig gehaltenen Rassen direkt auf die Felsentaube zurückführen können. Aber bei einer Reihe von Rassen hat sich die Ausbildung und Vervollkommnung der Eigenschaften in neuester Zeit unter den Augen des Menschen vollzogen.

Ähnliche Tatsachen kennen wir für eine große Zahl von Haustierformen. Wie verschieden sind doch die Rassen der Pferde, Rinder, Ziegen, Schafe und Hühner. Die einzelnen Rassen dieser Tiere haben verschiedene Vorzüge in den Augen des Menschen, um derentwillen sie gezüchtet werden. Wir können beobachten, wie diese Eigenschaften auch in der Gegenwart durch rationelle Zucht vervollkommnet werden. So erzielt man größere Rennschnelligkeit, bedeutendere Zugleistung oder Ausdauer bei Pferden; Rindvieh wird entweder zur Verwendung bei der landwirtschaftlichen Arbeit, als Fleischlieferant oder auf

Digitized by Google

Fig. 1.—Apparatus for Measuring Pressure of Explosive Gases.

Fig. 2.—Apparatus for Measuring Pressure of Explosive Gases.

Fig. 3.—Apparatus for Measuring Pressure of Explosive Gases.

Fig. 4.—Apparatus for Measuring Pressure of Explosive Gases.

Fig. 5.—Apparatus for Measuring Pressure of Explosive Gases.

Fig.

Rothe Gurnard, Roter Knurrhahn, Rotgurnard, Rotgurnard, Rotgurnard

oder dick, oft klumpig. In manchen Fällen ragen die Augen über die Oberfläche des Kopfes hervor und sind nach oben gerichtet, wie z. B. bei dem sogenannten Teleskopfisch. Die paarigen und unpaarigen Flossen können kurz oder lang sein, in manchen Fällen sind sie zu einer schleierähnlich hinter dem Tier herflatternden Lamelle ausgezogen. Ja, es kann die Schwanzflosse gespalten sein und den merkwürdigen Anblick darbieten, den man auf Abb. 738 dargestellt sieht.

Alle diese Haus- und Luxustierrassen werden von den Züchtern mit Hilfe einer gewissen Methodik erzielt. In den Grundzügen ist sie stets dieselbe; wir wollen sie bei den letztgenannten Formen, bei den Goldfischen, einmal verfolgen. Ein Goldfischzüchter erhält von einem Goldfischweibchen bei einer Eiablage Tausende von Eiern. Von diesen entwickelt sich eine Anzahl zu erwachsenen Tieren. Die einzelnen Individuen sind nun untereinander nicht vollkommen gleich. Sie unterscheiden sich in der Schnelligkeit des Wachstums, in der Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, in der Größe und im Aussehen. Will der Züchter nun eine Rasse mit besonders langen Flossen züchten, so wählt er aus den Hunderten von Fischen ein Paar zur Weiterzucht aus, welches die angestrebten Eigenschaften im ausgesprochensten Maße besitzt. In den folgenden Jahren verwendet er zur Weiterzucht immer wieder solche Paare der Enkel-, Urenkelgeneration usw., welche die gewünschten Merkmale möglichst stark entwickelt haben, womöglich ihre Eltern darin noch übertreffen. In vielen Fällen erzielt er auf diese Weise eine allmähliche Steigerung der angestrebten Eigenschaft. Genau dasselbe Verfahren schlägt jeder Züchter von Pferden, Rindern, Schafen, Hunden, Hühnern oder Kanarienvögeln ein.

Das beschriebene Verfahren der Züchter bezeichnet man als Auslese oder Selektion. Darwin nahm nun an, daß ein ähnlicher Vorgang in der Natur bei der Entstehung neuer Organismenformen sich abspiele; daher erhielt seine Theorie die Bezeichnung der Auslese- oder Selektionslehre. Genau wie der Tierzüchter verfährt auch der Gärtner und Züchter von Nutzpflanzen, wenn er Pflanzenformen erzielen will, welche für die Menschen nützlich oder angenehm sind. Dabei wählt er mit bewußter Überlegung die ihm geeignet erscheinenden Tiere bzw. Pflanzen zur Erzielung von Nachzucht aus. Als die primitiven Menschen und die verschiedenen Naturvölker Haustiere und Kulturpflanzen zu halten begannen, haben sie sicherlich bald ohne bewußte Absicht eine ähnliche Auslesetätigkeit durchgeführt. Unwillkürlich suchten sie von einem reichlich Milch liefernden, einem leicht zu zähmenden oder besonders anhänglichen Tier Nachkommenschaft zu bekommen. So fand denn schon bei der Entstehung der ersten Haustierrassen eine unbewußte Auslese oder Zuchtwahl statt.

In der Natur haben wir neuerdings Vorgänge genauer kennen gelernt, welche uns außerordentlich an diese sogenannte künstliche Zuchtwahl durch den Menschen erinnern. Wir haben in dem Kapitel über die staatenbildenden Insekten die sogenannten Ameisen- und Termitengäste kennen gelernt. Wir erfuhren dort, daß es ihrer drei Gruppen gibt, solche, welche als Feinde verfolgt, solche, welche indifferent geduldet, und endlich solche, welche mit Fürsorge gepflegt werden. Nach den Untersuchungen von Wasmann zeigen nun Angehörige dieser drei Gruppen oft eine so auffallende Ähnlichkeit mit den Ameisenarten, bei denen sie wohnen, daß man mit Recht von einer Mimikry sprechen kann. Dabei hat sich aber ein sehr merkwürdiger Unterschied im Bau der einzelnen Ameisengäste nachweisen lassen, der nicht sowohl durch ihre eigene Lebensweise als vielmehr durch Eigenschaften der Ameisen, bei denen sie leben, bedingt erscheint. Die Mimikry der Ameisengäste ist immer auf Täuschung der Ameisen berechnet. Wir haben früher erfahren, wie wild und ungestüm Ameisen jeden Eindringling in ihr Nest angreifen. Hat ein solcher aber Eigenschaften, welche

Digitized by Google

die Ameise veranlassen, ihn zunächst für einen Angehörigen der eigenen Art zu halten, so hat er Aussicht, durchzuschlüpfen und sich im Ameisenbau heimisch zu machen. Wasmann hat nun gezeigt, daß die Mimikry solcher Ameisengäste auf einer ganz verschiedenen Grundlage basiert, je nachdem sie bei Ameisen wohnen, welche gut entwickelte Netzaugen besitzen, oder bei solchen, welche blind oder nahezu blind sind. Bei ersteren besteht die Mimikry zunächst in einer Ähnlichkeit der Färbung; sie kann sich aber auch zu einer Ähnlichkeit der Gestalt vervollkommnen. Es ist nun sehr bemerkenswert, daß in solchen Fällen die Ähnlichkeit stets auf das Auge der Wirte berechnet ist, indem sie nicht auf wirklicher Formähnlichkeit, sondern auf täuschenden Lichtreflexen beruht. Bei den Gästen blinder oder fast blinder Ameisen beruht jedoch die Mimikry auf einer Ähnlichkeit der Skulptur und Behaarung; es wird also dabei mit dem Tastsinn des Wirtes gerechnet, was sich besonders in den vollkommeneren Fällen dieser Art von Mimikry zeigt, in denen eine wirkliche Formähnlichkeit einzelner Körperteile mit denen der Wirte sich einstellt, und in denen schließlich die Fühlerbildung von Gast und Wirt eine vollkommen gleichartige werden kann. Im ersteren Fall ist also die Mimikry auf Täuschung des Gesichtssinnes, im zweiten Fall auf Täuschung des Tastsinnes der Wirte berechnet. In all diesen Fällen handelt es sich ausschließlich um passive Mimikry, wie Wasmann sich ausdrückt; dieser stellt er die aktive Mimikry gegenüber, welche in einer Nachahmung der Körperhaltung und vor allem der Fühlerbewegungen der Wirte besteht.

Auf den Gesichtssinn berechnete passive Mimikry findet sich bei einer ganzen Reihe der in Europa bei Ameisenarten vorkommenden Käfer. Da wären zunächst die Arten der Gattung Dinarda anzuführen, vgl. S. 746 Abb. 634 B, 636. Die einzige einfarbige Dinarda Europas, D. nigrita Ros., kommt bei der schwarzen Ameise Aphaenogaster testaceopilosa im Mittelmeergebiet vor. Mehrere andere Dinarda-Arten, z. B. D. dentata Gerv., maerkeli Ksw., pygmaea Wasm., sind zweifarbig, rot und schwarz. Sie kommen alle bei zweifarbigen, roten und schwarzen Formica-Arten, z. B. D. dentata bei F. sanguinea vor, denen sie auch in der Größe annähernd gleich kommen. Dagegen sind diese feindlich verfolgten Einmieter in der Gestalt ihren Wirten durchaus nicht ähnlich. Viel besser als durch Formähnlichkeit werden sie durch die Festigkeit ihres Panzers und die Gewohnheit, sich tot zu stellen, geschützt.

Bei den Arten der Gattungen Atemeles und Lomechusa (vgl. S. 748) kommt aber zur Färbung noch etwas hinzu, was eine selbst für das Menschenauge täuschende Ähnlichkeit des Gastes mit seinem Wirt hervorruft. Lichtreflexe, die vom Hinterleib und dem Halsschild des Käfers ausgehen, machen die Täuschung zu einer vollkommenen. Sie kommt allerdings gar nicht zur Geltung, wenn wir die toten Tiere in einer Sammlung nebeneinander aufgespießt sehen. Sie ist aber sehr überzeugend, sehen wir die Tiere in der natürlichen Umgebung, auf gleichfarbigem Untergrund. Eine weitere Gattung, welche in ähnlicher Weise, aber noch vollkommener durch Färbung und Form die Wirtsameisen nachahmt, ist Myrmedonia (Abb. 634 A S. 746). Deren Hinterleib wird aufgerollt getragen und ähnelt dann sehr dem Hinterleib einer Ameise. Eine Farbennachahmung zeigen nur diejenigen Arten von Myrmedonia, welche bei gutsehenden Ameisenarten vorkommen. Es gibt aber eine Anzahl von Myrmedonien, welche bei blinden Termiten leben; diese zeigen keine Farbenähnlichkeit mit ihren Wirten.

Die Repräsentanten des anderen Typus, desjenigen, welcher den Tastsinn der blinden Wirte zu täuschen sucht, finden wir hauptsächlich bei den Wanderameisen aus der Familie der Doryliden. Wie wir schon früher gehört haben, sind das blinde oder schwachsichtige

Digitized by Google

Tiere, welche aber sehr wild und bissig sind. Bei den verschiedensten Vertretern dieser Familie, also sowohl bei den südamerikanischen Eciton als auch bei den afrikanischen Dorylus, haben sich Vertreter dieses Mimikrytypus gefunden. Bei solchen Formen, wie z. B. Ecitomorpha simulans Wasm. (Abb. 638 B S. 748), der bei Eciton foreli Mayr und Mimeciton pulex Wasm. (vgl. Abb. 638 A S. 748), der bei Eciton praedator Sm. lebt, ist der Körper verschmälert; es zeigen sich dem Ameisenkörper entsprechende Einschnürungen des Rumpfs, der Kopf ist lang gestreckt und mit keulenförmigen Fühlern versehen, welche täuschend denjenigen ihrer Wirte gleichen.

Die Analogie zur künstlichen Zuchtwahl ist nicht zu verkennen, wenn wir uns überlegen, in welcher Weise diese Tiere entstanden sein können. Jeweils diejenigen Individuen, welche durch ihre körperlichen Eigenschaften ihre Wirte am besten zu täuschen vermochten, hatten die größte Aussicht am Leben zu bleiben und diese ihre Eigenschaften auf ihre Nachkommen zu übertragen. Die Übereinstimmung mit der künstlichen Zuchtwahl ist aber keine vollständige, da natürlich von seiten der Ameise keine bewußte Auswahl stattfand. Bei denjenigen Formen allerdings, welche durch ihre Drüsensekrete den Ameisen ein Genußmittel darbieten, ist die Analogie mit der künstlichen Zuchtwahl eine vollkommenere. In jedem Fall muß aber die Entstehung dieser Ameisengäste mit ihren körperlichen Besonderheiten durch Vorgänge bedingt gewesen sein, welche die Mitte halten zwischen der künstlichen Zuchtwahl und jenen Vorgängen, deren allgemeine Wirksamkeit in der freien Natur die Theorie Darwins annimmt.

Auch in der freien Natur steht in den Nachkommen jedes Tierpaares ein Material mit verschiedenartigen Eigenschaften zur Auswahl zur Verfügung. Auch hier liegt, wie im ersten Band schon dargelegt wurde, durch die Macht der Vererbung eine Tendenz zur Übertragung der speziellen Eigenschaften der Eltern auf die Nachkommen vor. Wer soll aber in der freien Natur die Auslese durchführen, wer soll den Züchter mit seinem bewußten bestimmt gerichteten Willen ersetzen? Statt des Züchters, statt der künstlichen Zuchtwahl treten nach Darwins Ansicht in der freien Natur natürliche Mächte ein, es erfolgt **natürliche Zuchtwahl**. Es ist dies ein bildlicher Ausdruck, für den folgende tatsächliche Grundlagen vorliegen.

In freier Natur findet eine kolossale Überproduktion von Keimen jeglicher Tierart statt. Trotzdem bleibt die Zahl der Individuen, durch welche eine Art in ihrem Verbreitungsgebiet repräsentiert ist, so ziemlich konstant. In unserer Heimat können wir im allgemeinen in einer Gegend jedes Jahr, wenn nicht abnorme Verhältnisse eintreten, die gleichen Mengen von Wirbeltieren, so z. B. von Mäusen, Eidechsen, Singvögeln, Fröschen, aber auch von Wirbellosen, also z. B. von Regenwürmern, Schmetterlingen, Ameisen, feststellen. Und doch produzieren die Vertreter der einzelnen Tierarten zum Teil ganz ungeheure Zahlen von Keimen. Besonders charakteristische Beispiele bieten uns hierfür die Fische. Eine Forelle, welche im Jahr etwa 600 Eier ablegt, bleibt etwa 10 Jahre fortpflanzungsfähig. Ein Hering legt auf einmal 40000, ein Karpfen 200000, ein Stör 2000000 Eier ab. Dabei bleiben die beiden letztgenannten Fische mindestens 50 Jahre fortpflanzungsfähig. Ein Spulwurm produziert nach den Schätzungen Leuckarts in seinem Leben etwa 60000000 Eier, ein Bandwurm gar deren 100000000. Demgegenüber haben wir im Kapitel über Brutpflege erfahren, daß manche Tiere nur ganz geringe Zahlen von Nachkommen hervorbringen. Wir sahen, daß die Sorgfalt der Brutpflege in einem umgekehrten Verhältnis zur produzierten Eimenge steht. Und doch nimmt eine Tierart von größter Eiproduktion nicht stärker zu als eine solche, welche bei sorgfältiger Brutpflege,

Digitized by Google

nur etwa ein Dutzend Nachkommen während des ganzen Lebens erzeugt. Hinter diesen Tatsachen muß eine allgemeine Gesetzmäßigkeit stecken. Eine solche ist ohne Schwierigkeit zu finden. Bei den verschiedenen Tierarten bedroht die Nachkommenschaft eine verschieden hohe „Vernichtungsziffer". In den Kapiteln dieses Buches haben wir oft hervorheben müssen, daß die komplizierten Lebensverhältnisse mancher Tierarten sie zwingen, eine sehr große Zahl von Keimen zu riskieren. Ich erinnere nur an die Parasiten; wie wenige der zahllosen Eier derselben können den ganzen komplizierten Lebensgang ohne Schaden durchlaufen, der sie wieder in ihren normalen Wirt zurückbringt. Die bei den einzelnen Arten so verschiedene Vernichtungsziffer bringt es mit sich, daß im allgemeinen nur ein Paar als Nachkommenschaft eines Elternpaares übrig bleibt. Anders könnten wir es uns nicht erklären, daß die Zahlen der lebenden Individuen bei manchen Arten sich nicht ins Ungemessene vermehren.

In vielen Fällen, z. B. bei den vorhin erwähnten Parasiten, entscheidet der blinde Zufall über Leben und Tod eines Eies und des in ihm enthaltenen Keims. Je nachdem, wo Wind und Wasser es hintreiben, kommt es überhaupt dazu, seine Weiterentwicklung zu beginnen, oder geht schon vorher zugrunde; und welche Fülle von Zufällen müssen sich zueinander fügen, um die weitere Entwicklung zu gewährleisten. Nur die hohe Zahl der in das Spiel eingesetzten Individuen bringt die Wahrscheinlichkeit mit sich, daß eines oder das andere von ihnen die Entwicklung beginnen und eventuell durchführen kann.

Ist es denn nun wirklich ausschließlich der Zufall, welcher darüber entscheidet, ob aus einem tierischen Ei ein ausgewachsenes, fortpflanzungsfähiges Individuum der gleichen Art entsteht? Sorgfältige Untersuchung belehrt uns darüber, daß alle Entwicklungsstadien eines Tieres sich individuell in der gleichen Weise unterscheiden können, wie wir das vorhin von dem Zuchtmaterial eines Tierzüchters erfuhren. Die von einem Tier abgelegten Eier, die aus diesen sich entwickelnden Embryonen und Larven und schließlich die entstehenden erwachsenen Tiere sind durchaus nicht alle untereinander gleich. Sie können sich in allen möglichen Eigenschaften voneinander unterscheiden. So kann z. B. schon die Größe der einzelnen von einem Weibchen abgelegten Eier verschieden sein; es kann die Dicke und Festigkeit der Eischale, es können die Dottersubstanzen, und es können viele für unser Auge nicht ohne weiteres wahrnehmbaren Eigenschaften des Eies bei den einzelnen Exemplaren verschieden ausgebildet sein. So können die einen eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Wärme oder Kälte, die anderen gegen Pilze oder Bakterien besitzen. Die auskriechenden Larven können mehr oder weniger starke Muskeln, mehr oder weniger scharfe Sinnesorgane, mehr oder weniger hoch entwickelte Instinkte aufweisen; damit haben sie in verschieden hohem Maße die Fähigkeit, sich feindlichen Mächten zu entziehen. Die Tatsache, daß alle Organismen innerhalb gewisser Grenzen schwankende Eigenschaften besitzen, bezeichnen wir als *Variabilität*. Die verschiedenen Eigenschaften einer Tierart variieren; indem aber die Variation sich innerhalb gewisser Grenzen hält, erlaubt sie uns, die Vertreter einer Tierart doch in den meisten Fällen ohne große Schwierigkeiten als zusammengehörig zu erkennen.

In der neuesten Zeit sind die Variabilität der Organismen und die Gesetze, welche sie beherrschen, eingehendster Untersuchung unterworfen worden. Es hat sich dabei gezeigt, daß bei der gewöhnlichen, der sogenannten *fluktuierenden Variation* stets ein gewisses Zahlengesetz das Auftreten der einzelnen Varianten beherrscht. Untersuchen wir bei einem Tier irgendeine variable Eigenschaft, so finden wir, daß diese sich bei der Mehrzahl der Individuen der betreffenden Art einem gewissen Mittelwert nähert. Je weiter die Variation sich vom Mittelwert entfernt, um so seltener ist sie in dem untersuchten Material vertreten. Untersuchen wir z. B. mehrere hundert Individuen einer Vogelart auf ihre Flügellänge, so

Digitized by Google

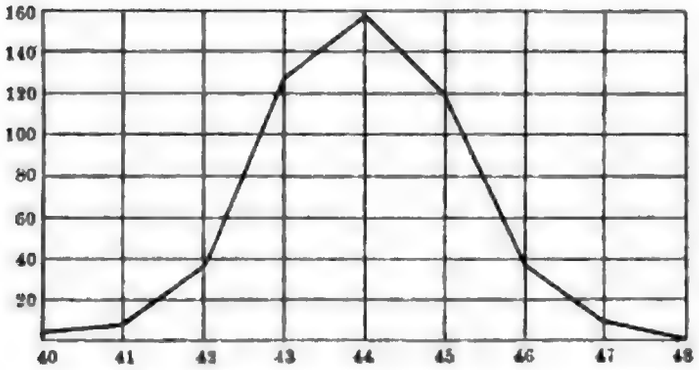


Abb. 739. Variationskurve (bzw. Polygon) der Seitenschuppenzahl des nordamerikanischen Fischs Pimapheles notatus. Nach Boris aus Goldschmidt.

werden die Messungen zu dem Resultate führen, daß die große Mehrzahl der Individuen Flügel von mittlerer Länge besitzen, während nur einige wenige sehr lange und sehr kurze Flügel haben. Die dazwischen liegenden Maße sind durch um so weniger Exemplare vertreten, je weiter sie sich vom Mittelwert entfernen. Zeichnen wir die Ergebnisse einer solchen Messung bei gleichzeitiger Zählung der gemessenen Tiere in ein Koordinatensystem ein, so erhalten wir eine Kurve, welche gleichmäßig ansteigt und abfällt, und deren Gipfelpunkt durch den Mittelwert unserer Messungen bezeichnet wird. Abb. 739 stellt eine solche sogenannte Galtonsche Kurve dar, welche durch Messung der Schuppen von 500 Exemplaren des Fisches Pimapheles erhalten wurde. In diesem Falle besaßen die meisten Exemplare, nämlich 157, die mittlere Schuppenzahl von 44, während die extremen Varianten, d. h. die Schuppenzahlen von im Minimum 40 und im Maximum 48, nur bei 3 bzw. 2 Exemplaren aus der ganzen Zahl vertreten waren. 43 und 45 Schuppen waren bei mehr Exemplaren zu zählen als 42 und 46 oder gar als 41 und 47. Die genauen Zahlen ergeben sich aus folgender Tabelle:

Schuppenzahl	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Individuenzahl auf 500 untersuchte Exemplare . . .	3	7	36	126	157	121	37	11	2

Schon unsere obige Auseinandersetzung über die Variabilität ließ erkennen, daß die Eigenschaften, in denen die Tiere variieren, oft von großer Bedeutung für ihr Leben sein können. Es gibt günstige und ungünstige Variationen. Unter normalen Verhältnissen werden die ungünstigen Variationen ohne weiteres ausgemerzt werden. Die verschiedenen Kräfte, welche auf das sich entwickelnde und auf das ausgewachsene Individuum einwirken, sorgen dafür, daß nur taugliche Exemplare am Leben bleiben. Die Abhängigkeit eines Organismus von der Gesamtheit der auf ihn einwirkenden schädlichen Faktoren hat Darwin mit einem bildlichen Ausdruck als den „Kampf ums Dasein" bezeichnet. Ihn vergleicht er mit dem Züchter bei der künstlichen Zuchtwahl. Bei der natürlichen Zuchtwahl sind es nach seiner Ansicht die unbewußten, unpersönlichen Naturkräfte, welche die Auslese vollziehen. Nur selten handelt es sich in der Natur um einen wirklichen Kampf der einzelnen Individuen untereinander. Ein solcher findet statt zwischen den Raubtieren und ihren Opfern, zwischen den Männchen vieler Tierarten und in manchen andern Fällen, von denen wir in den Kapiteln dieses Bandes erfahren haben. In seltenen Fällen handelt es sich um ein gegenseitiges Ringen und Drängen um Raum, Licht, Luft und Nahrung, wie wir das von den sessilen Tieren und etwa von den Urwaldpflanzen kennen. Oft sind es äußere Faktoren, welche die Auslese vollziehen, so z. B. wenn auf einsamen ozeanischen Inseln der Wind alle geflügelten Insekten aufs Meer hinausträgt, wo sie umkommen, und nur die ungeflügelten Individuen zur Nachzucht übrig läßt. Ähnlich verhält es sich bei einem Versuch Darwins mit Bohnenpflanzen, welche er so früh ausgesät hatte, daß sie als Keimpflanzen einem Frühjahrsfrost ausgesetzt wurden. Dabei stellte sich heraus, daß die meisten zugrunde gingen, während nur einige wenige frostharte Individuen am Leben blieben.

Nach Darwins Annahmen muß dieses „Überleben des Passendsten" nicht nur die Tierarten im Anpassungszustand an ihren Lebensraum erhalten, sondern muß auch bei Veränderung der auf das Tier einwirkenden Faktoren der Umgebung zu einer Veränderung der Tierart führen. Indem in einem solchen Fall der Kampf ums Dasein alle ungünstigen Varianten vernichtet und nicht zur Fortpflanzung kommen läßt, bewirkt er eine Auslese der günstigen Varianten. Diese haben die Aussicht am Leben zu bleiben und ihre vorteilhaften Eigenschaften auf eine Nachkommenschaft zu übertragen, welche den veränderten Lebensbedingungen besser angepaßt ist als der alte Bestand der Art.

Es läßt sich nicht leugnen, daß durch diese Gedankengänge sowohl die Veränderung von Tierarten, als auch die Zweckmäßigkeit der an ihnen erfolgenden Abänderung logisch erklärt wird. Ja, wir können sogar sagen, es ist die einzige, existierende Theorie, welche uns die Entstehung der Zweckmäßigkeit im Bau und in den Funktionen bei den Tierarten mit Hilfe der bekannten Naturkräfte verständlich macht. Die Frage ist nur, ob alle Voraussetzungen tatsächlich in der Natur gegeben sind, und ob die Vorgänge sich wirklich so abspielen, wie die Theorie in so einleuchtender Weise annimmt.

Ehe wir uns mit den kritischen Einwendungen befassen, die gegen die Selektionstheorie Darwins erhoben worden sind, wollen wir eine interessante Weiterbildung derselben besprechen, welche von Wilhelm Roux herrührt. Die Rouxsche Theorie vom „Kampf der Teile im Organismus", welche schon im Schlußkapitel des ersten Bands zur Besprechung kam ist für uns deswegen in diesem Zusammenhange von besonderer Bedeutung, weil sie uns auf einer natürlichen Basis die Zweckmäßigkeit im Bau und in den Funktionen des einzelnen Tierindividuums erklären kann. Roux glaubt, daß der gleiche Kampf ums Dasein, welcher nach Darwin durch Auslese des Passendsten die Tierarten umformt und ihrer Umgebung anpaßt, auch an den Teilen jedes Organismus wirksam sei. Er nimmt einen Kampf zwischen den einzelnen Organen, Geweben und Zellen des Tierkörpers an. Dieser Kampf ist ein Kampf um den Raum und um die Nahrung; wo Bestandteile des Körpers durch Benützung eine stärkere Reizung erfahren, dahin strömt die im Körper vorhandene Nährflüssigkeit in erhöhtem Maße. Wo aber Teile des Körpers ruhen, da wird durch die arbeitenden Teile der Nahrungsstrom von ihnen abgelenkt und weggerissen. Es gibt zahlreiche Beobachtungen, welche diese Anschauungsweise zu unterstützen geeignet sind. Man denke nur an den erhöhten Zustrom von Blut in die arbeitenden Muskeln und sonstigen Organe unseres eigenen Körpers. Eine stärkere Ernährung einzelner Teile muß vor allem bei wachsenden Organen von wichtigen Folgen begleitet sein. Roux hat seine Theorie besonders durch die im ersten Band geschilderte Entstehungsweise der Knochenstrukturen erläutert. Wir haben dort gesehen, daß in den Stützknochen der Wirbeltierkörper die Knochensubstanz nicht solid ist, sondern eine Anordnung besitzt, welche bei höchster Materialersparnis größte Festigkeit gewährleistet. Das ist erzielt, indem z. B. in den Endteilen der Röhrenknochen die feste Substanz in Form von Bälkchen angelegt ist, welche so angeordnet sind, daß sie den Zug- und Drucklinien der am Knochen ansetzenden Kräfte entsprechen. Roux nimmt nun an, daß infolge der höheren Inanspruchnahme längs dieser Linien die Zellen eine besondere Reizung erfuhren und so in den Stand gesetzt wurden, die wichtigen Bestandteile der zuströmenden Nahrung an sich zu reißen. Die dazwischenliegenden, nicht gereizten Zellen waren in einer ungünstigeren Lage, entwickelten sich nicht so kräftig, erhielten nicht die geeigneten Stoffe und mochten sogar degenerieren.

Unzweifelhaft kann uns diese Theorie die individuellen Anpassungen der Tiere ebenso logisch erklären, wie das die Darwinsche Theorie für das Angepaßtsein der Tierarten leistet.

Digitize

Sie begegnet aber denselben großen Schwierigkeiten, welche für die Selektionstheorie im allgemeinen gelten. Erstens einmal haben wir noch allzuwenig durch sorgfältige Beobachtung festgelegte Tatsachen, welche eine solche Deutung zulassen, und zweitens hat die gesamte Selektionstheorie mit einem ganz ähnlichen Einwand zu rechnen, wie wir ihn vorher für den Lamarckismus kennen lernten. Es sind nämlich neuerdings Zweifel darüber entstanden, ob die in einer Variationsreihe vertretenen verschiedenen Individuen die an ihnen erkennbaren Eigenschaften auch in einer verschiedenen Weise auf ihre Nachkommen vererben.

Exakte Untersuchungen haben nämlich gezeigt, daß die gewöhnliche fluktuierende Variation bei jeder Tierart zwischen ganz bestimmten Grenzwerten verläuft. Diese Grenzwerte bleiben im allgemeinen für die Nachkommen jedes Individuums die gleichen. Wenn man also im Experiment aus einer Variationsreihe Individuen auswählt, welche einem ihrer Enden entstammen, so sollte nach Darwins Annahme bei deren Nachkommen eine neue Variationskurve sich nachweisen lassen, deren Mittelwert, gegenüber demjenigen der vorigen Generation, eine Verschiebung zeigen müßte. Nehmen wir z. B. an, man hätte von den oben angeführten Vögeln mit verschiedenen Flügellängen zwei Individuen mit besonders langen Flügeln zur Nachzucht ausgewählt, so müßten deren Nachkommen zwar verschieden lange Flügel haben, die kürzesten müßten aber immer noch länger sein als die kürzesten in der Kurve der Elterngeneration; die längsten müßten aus der Kurve der Elterngeneration herausfallen und die längsten damals gemessenen Längen übertreffen. Dieser Vorgang, den man früher als jeglicher Zuchtwahl zugrunde liegend annahm, läßt sich nun tatsächlich nicht nachweisen. Bei Auslesexperimenten tritt stets ein Rückschlag auf den Mittelwert des Ausgangsmateriales ein; die Variationskurve bleibt also im allgemeinen für die Vertreter einer Tierart konstant. Wir können das auch mit anderen Worten so ausdrücken: die fluktuierenden Variationen sind nicht erblich.

Diese Beobachtungen würden eine große Schwierigkeit für die Darwinsche Theorie und überhaupt für die Abstammungslehre bedeutet haben, wenn nicht etwa gleichzeitig mit ihnen neue Tatsachen bekannt geworden wären, welche die Erblichkeit neu entstandener Eigenschaften bewiesen. Zunächst zeigte sich, was wir schon im ersten Band erfahren haben, daß bei Bastardierung durch die Kombination der Erbfaktoren neue, konstant sich vererbende Eigenschaften entstehen können. Durch Kreuzung zweier Rassen kann also eine neue Tierform erzeugt werden, welche ihre Eigenschaften bei Reinzucht dauernd rein erhält, während sie allerdings bei Rückkreuzung mit einer der Stammformen wieder verschwinden.

Noch wichtiger für die Vorstellungen über die Entstehung der Arten wurde aber die sogenannte Mutationstheorie von de Vries. Dieser Botaniker zeigte zuerst an Pflanzen, daß bisweilen plötzliche Abänderungen auftreten können, welche sich rein und konstant vererben. Schon Darwin hatte Beispiele von solcher sprungweisen Variation gekannt und bei der Aufstellung seiner Theorie sehr mit ihnen gerechnet. So war es schon lange bekannt, daß in Zuchten von Pfauen bisweilen schwarzschultrige Individuen auftreten, welche ihr abweichendes Aussehen auf ihre Nachkommen rein vererben. Das gleiche gilt für manche Wuchsabnormitäten bei Säugetieren. Plötzlich aufgetretene dackelbeinige Tiere, wie z. B. der Stammvater der krummbeinigen nordamerikanischen Anconschafe, haben wiederholt das Ausgangsmaterial von Zuchten gebildet. Obwohl es sich dabei oft zunächst nur um ein einziges Individuum handelte, konnten ganze Herden von Nachkommen durch Kreuzung und spätere Isolierung gezüchtet werden, da die Abänderung sich als erblich erwies. Solche Mutationen sind auch die erblichen Temperaturaberrationen von Schmetterlingen und Käfern, welche wir im XV. Kapitel nach den Versuchen von Standfuß, Fischer und Tower kennen gelernt haben.

Digitized by Google

Diese zeigen uns ferner, was sehr wichtig ist, daß durch äußere Einwirkungen in der Natur sowohl als auch im Experiment Mutationen erzeugt werden können.

Während man ursprünglich annahm, daß Mutationen stets größere Abweichungen von der normalen Organisation einer Tierart darstellen müßten, hat man sich neuerdings davon überzeugt, daß sie oft vollkommen fluktuierenden Variationen gleichen können. Es können also ganz geringe Variationen ebenso wie jene ausgesprochenen Abweichungen vom Normaltypus bald nicht erblich und bald erblich sein. Während im ersteren Fall jede Auslese sowohl bei künstlicher als auch bei natürlicher Zuchtwahl vergeblich sein muß, weil immer ein Rückschlag auf den Mittelwert stattfindet, kann im letzteren Fall bei Eintritt günstiger Bedingungen eine neue Form entstehen und sich erhalten. Die Mutationen, d. h. jene erblichen Variationen, sind bald zweckmäßig, bald unzweckmäßig. Letztere werden in freier Natur fast stets sehr bald verschwinden. In künstlicher Zucht gelingt es durch Anpassung der Zuchtbedingungen, sie am Leben zu erhalten, so z. B. die kurzschnäbligen Purzlertauben, bei denen die Jungen die Eischale nicht selbst öffnen können, oder die Haubenhühner, denen der Brutinstinkt fehlt.

So sehen wir denn, daß tatsächlich die Tierarten in ihren Mutationen und Kreuzungsprodukten Material für das Eingreifen der natürlichen Zuchtwahl darbieten. Wenn eine solche stattfindet, so kann sie nur zum „Überleben des Passendsten" führen, d. h. mit anderen Worten, indem sie eine neue Form am Leben läßt, erhält sie diese auf Grund ihrer mehr oder weniger zufällig entstandenen zweckmäßigen Organisation.

Diese knappe Darstellung wird erkennen lassen, daß die Forschungen des letzten Jahrhunderts uns Wege gezeigt haben, welche uns eine natürliche Entstehung der Zweckmäßigkeiten im Tierbau und Tierleben denkbar erscheinen lassen. Die Erfolge, welche diese Forschungsrichtung gehabt hat, gibt uns die Zuversicht, ihr auch für die Zukunft vertrauen zu dürfen. Wenn wir auch nicht glauben dürfen, wir hätten den Schlüssel zu allen Lebensrätseln in der Hand, so können wir doch hoffen, auf dem Wege zu sein, der uns — wenn auch durch Irrtümer hindurch — zur Wahrheit und damit zur Beherrschung der Lebensgesetze führt.

17. Kapitel.

Die zweckmäßigen Handlungen der Tiere und ihre Erklärung.

Unser Band hat uns in den Handlungen des Tieres ganz besonders schwer zu erklärende Probleme des Tierlebens in reicher Fülle dargeboten. Schon in der Einleitung haben wir darauf hingewiesen, daß die Zweckmäßigkeit, mit der viele Handlungen der Tiere ablaufen, die Veranlassung dazu war, von einem Seelenleben der Tiere zu sprechen und anzunehmen, daß ähnliche Gesetze ihre Handlungen bestimmen, wie sie bei den Handlungen des Menschen eine Rolle spielen.

Was uns überhaupt veranlassen kann, von einer Tierseele zu sprechen, das sind bestimmte Bewegungen der Tiere. Wir sehen bei ihnen Bewegungen in einer Art ablaufen, welche in ihren Resultaten sich in vielen Fällen als entweder für die Erhaltung des Individuums oder für die Erhaltung der Art zweckmäßig erweisen. Auch hier erhebt sich vor uns das gleiche Problem, welches für den Bau und die Funktionen des Tierkörpers galt, nämlich die Frage nach der Ursache und Entstehung der Zweckmäßigkeit solcher Bewegungen. Auch für die zweckmäßigen Bewegungen der Tiere hat man nach zwei verschiedenen Richtungen die Erklärung gesucht. Während die einen in der Seele einen übernatürlichen Faktor

Digitized by Google

erblicken, deſſen Erklärung unmöglich wäre, ſuchen die anderen die zweckmäßigen Bewegungen der Tiere auf bekannte Grunderſcheinungen des natürlichen Geſchehens zurückzuführen. Erſtere Anſchauungsweiſe läßt ſich wiſſenſchaftlich weder beweiſen noch widerlegen. Letztere erlaubt eine Prüfung mit wiſſenſchaftlichen Methoden. Da ſie zahlreiche Erfolge aufweiſt, und nur ſie uns bisher eine Analyſe der Vorgänge, ja bis zu einem gewiſſen Grade ſchon ihre Beherrſchung und Abänderung ermöglicht hat, halte ich ſie für die wahrſcheinlichere und ausſichtsvollere und mache ſie zur Grundlage der nachfolgenden Darſtellung.

In der Einleitung haben wir für die körperlichen Anpaſſungen der Tiere hervorgehoben, daß ein Unterſchied zwiſchen organiſatoriſchen und regulatoriſchen Anpaſſungen beſteht. Eine genauere Analyſe der zweckmäßigen Bewegungen der Tiere zeigt uns nun, daß ſie ebenſo auf einer organiſatoriſchen und einer regulatoriſchen Grundlage beruhen. Ebenſo wie wir viele Tiere mit fertigen körperlichen Anpaſſungen zur Welt kommen ſahen, welche es ihnen ermöglichten, ſich in die Faktoren ihres Lebensraums in zweckmäßiger Weiſe einzufügen, ſo ſehen wir ſie auch von der Geburt an gewiſſe zweckmäßige Bewegungen ausführen. Für dieſe angeborenen zweckmäßigen Bewegungen iſt ein automatiſcher Ablauf charakteriſtiſch.

Solche automatiſchen Bewegungen bezeichnen wir als Tropismen und als Reflexe. Dieſe beiden Ausdrücke ſind nicht in Gegenſatz zueinander zu ſtellen und ſind keine gleichgeordneten Kategorien.

Tropismen ſind zwangsmäßig ablaufende, beſtimmt gerichtete Bewegungen, welche durch eine auf die Tiere einwirkende Naturkraft ausgelöſt werden; durch ſie wird eine Orientierung oder eine Progreſſivbewegung eines Tiers zu einer beſtimmten Energiequelle oder von ihr weg bewirkt. Das charakteriſtiſche an den Tropismen, von denen wir im II. Buch Geotropismus, Rheotropismus, Phototropismus, Chemotropismus uſw. in ihren Wirkungen kennen gelernt haben, iſt die Tatſache, daß alle Individuen der gleichen Art oder Raſſe, die ſich in allen Dingen gleich ſind, alſo z. B. gleich alt ſind, die gleiche Vorgeſchichte haben uſw., ſich alle in der gleichen Weiſe orientieren oder bewegen, wenn ſie dem Einfluß der gleichen Energiequelle und -menge ausgeſetzt werden.

Daß dies der Fall iſt, hängt von der Organiſation der Tierkörper, ihrer phyſikaliſchen und chemiſchen Zuſammenſetzung ab. Der Körper der Tiere ſtellt eine chemiſche Maſchine dar, deren Arbeitsleiſtung einerſeits von der Anordnung, Quantität und Qualität der ſie zuſammenſetzenden Subſtanzen, andrerſeits von der Art und Stärke der von außen auf ſie einwirkenden Kräfte abhängt.

Die Tropismen geben uns nun die beſte Gelegenheit, beſtimmte, in vielen Fällen für die Art zweckmäßige Bewegungen zu prüfen, um feſtzuſtellen, ob zu ihrer Erklärung die Heranziehung in der unbelebten Natur nicht wirkſamer Kräfte ſich als notwendig erweiſt. Vielfach können wir bei den Tropismen zeigen, daß die von dem Tier erzielte Bewegungsleiſtung der auf ſeinen Körper einwirkenden äußeren Kraft direkt proportional iſt. Wir können derartige Beobachtungen ſchon bei den niedrigſten, einfachſt gebauten Tieren machen. Die Amöben z. B., jene einzelligen Tiere, deren Körper ausſchließlich aus flüſſigen Kolloiden beſteht, bewegen ſich in einer für die Erhaltung ihres Lebens ſo zweckmäßigen Weiſe, daß man unwillkürlich dazu geneigt iſt, ihnen ein Bewußtſein und einen zielbewußten Willen zuzuſchreiben. Eine Amöbe bewegt ſich bald hierhin, bald dorthin, begegnet ſie aber einem als Nahrung geeigneten Objekt, ſo ſtrömt ſie darauf zu, umfließt es und nimmt es in ihren Körper auf. Die regelloſen Bewegungen, welche wir das Tier zuerſt ausführen ſahen, gehören zu jenen von uns oft erwähnten Probierbewegungen, welche wir bei allen Tieren vorfinden. Sie ſind um ſo einſeitiger differenziert, vielfach auch um ſo komplizierter,

Digitized by Google

je höher die betreffende Tierform organisiert ist. Bei den Amöben bestehen sie in einem Aussenden und Einziehen von Pseudopodien auf alle möglichen geringen Reize hin, welche die Oberfläche des Tieres treffen. Trifft ein stärkerer Reiz das Tier, so bewegt es sich mit größerer Schnelligkeit auf die Quelle jenes Reizes hin oder von ihr weg. Man hat zeigen können, daß chemische und physikalische Einwirkungen die Bewegung der Amöben dirigieren; bald ist es die Temperatur, bald elektrischer Strom, bald die chemische Beschaffenheit der Umgebung, welche ihre Bewegungsrichtung und Schnelligkeit bedingen. Genauere Untersuchungen haben es höchst wahrscheinlich gemacht, daß alle diese Kräfte im gleichen Sinn auf die Amöbe einwirken; indem sie die Oberflächenspannung erhöhen oder herabsetzen, veranlassen sie die Einziehung oder Ausstreckung von Pseudopodien. Die Richtung, aus der sie wirken, und ihre Intensität sind die Ursache für die Richtung und Schnelligkeit der Amöbenbewegung. Während die Amöbe wie ein Tropfen Flüssigkeit hin und her fließt, können wir ihre Bewegung vollkommen dirigieren, ebenso wie wir etwa durch Beherrschung der in Betracht kommenden Naturkräfte die Bewegung eines anorganischen Flüssigkeitstropfens zu lenken vermögen. Ebenso wie bei einem solchen müssen wir aber stets im Auge behalten, daß die Reaktionen verschieden ausfallen, je nach den Schicksalen, welche der Tropfen vor dem Beginn des Versuchs durchgemacht hat. Eine Amöbe reagiert auf die äußeren Kräfte verschieden, je nachdem sie jung oder alt ist, je nachdem kurze oder lange Zeit seit der letzten Nahrungsaufnahme vergangen ist usw. Alle diese Vorgänge haben nämlich einen wesentlichen Einfluß auf den Zustand ihrer Körpersubstanz, speziell auf deren Oberfläche. Wir können jedenfalls sagen, die uns zunächst so kompliziert erscheinenden Bewegungen einer Amöbe lassen sich alle auf chemische und physikalische Kräfte zurückführen.

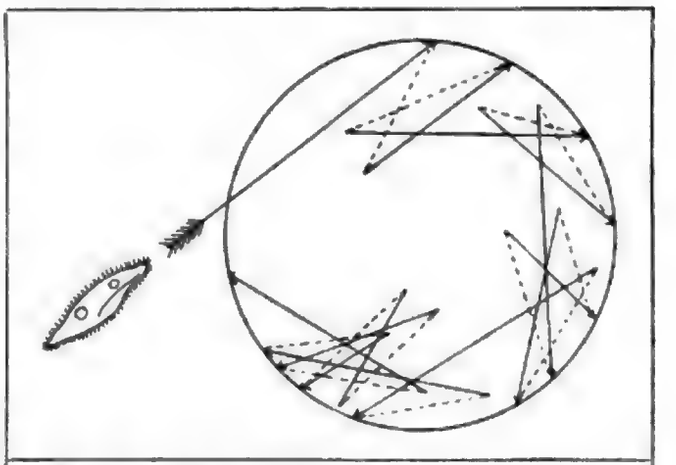


Abb. 740. Chemotropismus bei Paramaecium. Der Kreis stellt die Grenze des diffundierenden Flüssigkeitstropfens, die Linie die Bewegungsrichtung des Infusors dar. Nach Jennings.

Die gleichen Erscheinungen, wie bei einer Amöbe, können wir auch bei komplizierter gebauten Protozoen, z. B. bei Infusorien, beobachten. Bei dem Infusor Paramaecium hat man eine Reihe von Tropismen nachgewiesen, aus denen sich die charakteristischen Bewegungen während des Lebens des Tieres zusammensetzen. Es hat sich gezeigt, daß diese Infusorien sich an Stellen von bestimmter Wärme und chemischer Zusammensetzung stets zusammenfinden; sie suchen Orte von bestimmter Belichtung, von bestimmter Beschaffenheit des Untergrundes auf, und sie halten sich mit Vorliebe an der Oberfläche des Wassers, welches sie bewohnen. All das ist bewirkt durch eine Reihe von Tropismen, also zwangsweisen Bewegungen. Wir wollen zunächst nur einen derselben ins Auge fassen, den Chemotropismus. Bringt man in einen Tropfen Flüssigkeit, in welchem sich zahlreiche Paramaecien aufhalten, ein kleines Tröpfchen Wasser, in welchem Kohlensäure oder eine andere schwache Säure gelöst ist, so sammeln sich die Infusorien bald alle im Bereich dieses Tropfens an. Er stellt geradezu eine chemische Falle dar. Die Ansammlung der Paramaecien erfolgt nun in folgender eigentümlichen Weise: Die Tiere schwimmen unter leichter Drehung des Körpers in der von ihnen bewohnten Flüssigkeit nach allen Richtungen hin und her. Dieses Um-

Digitized by Google

herschwimmen stellt eine Probierbewegung dar, welche durch Eigentümlichkeiten im Bau des Tiers in ihrem Erfolg unterstützt wird. Durch die Strudelbewegung bestimmt angeordneter Wimpern werden nämlich stets neue Proben der umgebenden Flüssigkeit gegen eine empfindliche Stelle am Vorderende des Tiers geschleudert. Je nach der Beschaffenheit der Probe erfolgt eine Reaktion des Tiers. Beim regellosen Hin- und Herschwimmen geraten die Paramaecien gelegentlich in den säurehaltigen Wassertropfen; sie schwimmen in ihn hinein, ohne irgendwie durch eine Reaktion anzudeuten, daß der Unterschied für sie bemerkbar war. Haben sie aber den Tropfen durchschwommen und sind an dessen entgegengesetztem Rand angelangt, so zucken sie in einer eigenartigen Weise zurück, wobei infolge ihrer charakteristischen Bewegungsweise der Körper gegenüber der früheren Bewegungsrichtung in einen Winkel eingestellt wird. In der neuen Richtung versucht nun das Tier nach einer kurzen Pause wieder vorwärts zu schwimmen, zuckt aber von neuem zurück, wenn es an die Grenze zwischen den beiden Flüssigkeiten anstößt. Hat es einigemal diese Reaktion durchgemacht, so hat sich seine Bewegungsrichtung mehr oder minder vollständig umgekehrt. Es durchschwimmt nun in einer langen Bahn den säurehaltigen Flüssigkeitstropfen, um an dessen entgegengesetztem Rand die gleichen Reaktionen zu zeigen. Indem es den Tropfen in dieser Weise beständig in Zickzacklinien durcheilt, bleibt es in ihm gefangen, bis durch Diffusion die Grenzen zwischen dem Tropfen und dem umgebenden Wasser sich verwischt haben.

Welche Vorgänge haben nun diese eigentümlichen Bewegungserscheinungen begleitet? Die ältere Tierpsychologie nahm an, daß eine Neigung des Tieres für die eine oder andere Zusammensetzung des Wassers vorliege, daß die verschiedenen Bewegungen etwa von Lust- und Unlustgefühlen begleitet seien. Wir haben aber keinerlei Anhaltspunkt für eine derartige Annahme. Wir sehen vielmehr in dem Körper des Infusors eine kleine Maschine, deren Bewegungsorgane sie immer gleichmäßig in einer Richtung vorwärts treiben, bis auf ein Signal hin die Bewegungsrichtung verändert wird. Das vordere Ende des Tiers ist für Unterschiede in der Umgebung empfindlich. Sobald das Vorderende von einer solchen Veränderung berührt wird oder, wie wir uns auszudrücken pflegen, sobald es einen Reiz erfährt, wird die Wirkung dieses Reizes den Bewegungsorganen, also bei dem Infusor den Wimpern, welche den Körper bedecken, übermittelt. Diese schlagen darauf in entgegengesetzter Richtung als vorher; die dadurch erfolgende zurückzuckende Bewegung stellt das Tier automatisch infolge des spiraligen Baues seines Körpers in einen Winkel zur früheren Bewegungsrichtung ein. Sobald die Reizung des Vorderendes nachgelassen hat, beginnt wiederum Vorwärtsbewegung, wodurch das Tier wiederum zur Reizquelle geführt wird. Es wiederholt sich nun der gleiche Vorgang so oft, bis das Tier eine hinreichend große Drehung vollzogen hat, um nun beim Schwimmen für längere Zeit die Reizquelle vermeiden zu können. Die Quellen der bestimmt gerichteten Bewegungen liegen alle in der Organisation des Tiers, in der Konstruktion der kleinen Maschine, die es darstellt. Es ist reizbar gegen Veränderungen in seiner Umwelt. Auf solche Reize, einerlei welcher Art sie sind, kann es nur in einer Form reagieren, welche durch den Bau seines Körpers festgelegt ist. Diese einfachen Grundlagen genügen, um das Tier unter normalen Verhältnissen lebensfähig zu erhalten und zu den Orten hinzuführen, welche für die Erreichung dieses Ziels „zweckmäßig" sind.

Solche zwangsmäßigen Bewegungen führen die Paramaecien zu den kohlensäureausscheidenden Haufen von Bakterien, von denen sie sich nähren, halten sie an diesen fest, führen sie an die bakterienreiche Oberfläche des Wassers. In der Regel, unter natürlichen Verhältnissen, sind diese Bewegungen alle zweckmäßig, indem sie das Tier in einer ge-

Digitized by Google

eigneten Umgebung festhalten, es vor Gefahren bewahren usw. Unter Umständen können sie aber auch äußerst unzweckmäßig sein, indem sie z. B. das zurückzuckende Tier in eine gefahrdrohende Umgebung bringen. Die Bewegung erfolgt nämlich genau so automatisch nach rückwärts, wenn sich hinter dem Tier gifthaltiges, zu heißes oder sonstwie gefährliches Wasser befindet.

Die Schilderung des ganzen Vorgangs, welcher die Zwangsbewegungen eines kompliziert gebauten Infusors begleitet, wird die Leser dieses Werkes ohne weiteres an jene Vorgänge bei höheren Tieren erinnert haben, welche im letzten Kapitel des ersten Bandes als Reflexe beschrieben worden sind. Auch dort war eine reizaufnehmende Stelle und eine Leitungsbahn zu unterscheiden, durch welche der Reiz einem Orte zugeleitet wurde, an welchem er durch einen bestimmten Vorgang, z. B. eine Bewegung, seine Beantwortung fand. Hier bei dem Infusor, mit seinem einzelligen Körper, handelt es sich nur um eine besonders differenzierte Stelle des Protoplasmas, welche den Reiz aufnimmt; das Protoplasma selbst leitet den Reiz weiter zu den an ihm befestigten Bewegungsorganen, den Wimpern. Da die Definition des Reflexes auf dem Vorhandensein eines Nervensystems basiert, so werden wir am besten diese an Reflexe erinnernden Vorgänge bei einzelligen Tieren als Reflexoide bezeichnen. Sie kommen nur bei höher differenzierten einzelligen Tieren vor, deren Körperbau erlaubt, zwischen einem besondern, durch die Eigenart des Gewebes ausgezeichneten Empfangsort des Reizes, einer Reizleitung und einem Ausführungsort des Reizeffektes zu unterscheiden. Bei manchen Protozoen treten sogar Bildungen auf, welche uns direkt an die Sinnesorgane der höheren Tiere erinnern, z. B. Tastborsten, Augenflecke u. dgl. Trotz dieser Komplikationen ist es aber selbst bei den höchststehenden Protozoen das Protoplasma der einen Zelle, welche alle die für das Leben so wichtigen Aufgaben zu leisten hat, eventuell auch eine Nachwirkung eines Reizes in sich aufspeichert, vergleichbar dem Zentralnervensystem der vielzelligen Tiere.

Echte Reflexe sind, wie wir gesehen haben, vom Vorhandensein eines komplizierter gebauten Nervensystems abhängig. Bei einem höheren Tier sind ebenso wie besondere Bewegungsorgane, so auch besondere Organe ausgebildet, welche Ziel und Richtung der Bewegung bestimmen. Ein Sinnesorgan nimmt einen Reiz auf, ein zentripetaler Nerv leitet diesen zum Zentralnervensystem, wo er an einen zentrifugalen Nerv weitergegeben wird, der wiederum ihn einem Muskel oder einer Drüse zuführt. Dort macht sich als Folgeerscheinung des Reizes eine Bewegung oder eine Sekretion bemerkbar. Durch die Nerven wird also auch hier der ganze Tierkörper zu einer Einheit zusammengefaßt, es wird dadurch ermöglicht, daß die Bewegungen des Tieres auf alle möglichen Reize hin zum Besten des ganzen Körpers ausfallen. Wie bei einer Maschine laufen die Vorgänge bei einem Reflex vollkommen automatisch ab. Daß sie zweckmäßige Bewegungen herbeiführen, ist jeweils durch die Organisation des betreffenden Tiers festgelegt. Durch die Empfänglichkeit für verschiedene Reize können infolge der morphologisch bedingten Leitungsverhältnisse jeweils verschiedene Bewegungen auf die Einwirkung verschiedener Naturkräfte erfolgen. So sehen wir bei höheren Tieren häufig ähnlich den Reflexoiden der Infusorien Reflexe die Tropismen bedingen. Reizung der Sinnesorgane führt zur Steigerung der Intensität oder zur lokalen Auslösung von Bewegungen, welche entweder direkt oder indirekt die Orientierung und Progression zur einwirkenden Quelle der betreffenden Kraft oder von ihr weg zur Folge haben.

Die Lage des Sinnesorgans, die Lage und Art der durch den Reiz aktivierten Bewegungsorgane, all das ist ebenso wie die Verbindung der Teile untereinander von Geburt

Digitized by Google

an bei dem Tier festgelegt. Ein sehr einleuchtendes Beispiel dafür, daß solche Reflexe durch die Gesamtorganisation des Tieres erst zu etwas Zweckmäßigem werden, wird uns durch manche Ctenophoren oder Rippenquallen geliefert. Es sind dies bekanntlich Tiere, welche einen Körper von eigenartigen Symmetrieverhältnissen besitzen. Sie können kuglig oder ovoid gestaltet sein. An dem oberen Pol des Körpers sitzt eine Statocyste, d. h. ein Gleichgewichtssinnesorgan. Wie im ersten Band schon beschrieben wurde, besteht ein solches bei den Ctenophoren aus einem Statolithen (Gleichgewichtsstein), der auf acht federartigen Borsten balanciert. Die Borsten sind Fortsätze von Sinneszellen, von denen eine leitende Verbindung zu den acht Reihen von Ruderplättchen führt, welche sich wie Meridiane an der Außenwand des Ctenophorenkörpers hinziehen. Wenn nun die Qualle in Gleichgewichtsstellung im ruhigen Meerwasser schwebt, drückt der Gleichgewichtsstein gleichmäßig auf die acht Borsten. Wird sie dagegen durch eine Wellenbewegung auf die eine oder andere Seite geneigt, so drückt der Stein vorwiegend auf zwei oder mehr Borsten, während entsprechend viele auf der Gegenseite entlastet werden. Der Reiz, welcher durch den Druck ausgeübt wird, wird durch das Nervensystem zu den entsprechend gelegenen Reihen von Ruderplättchen weitergeleitet. Die davon betroffenen Ruderplättchen beginnen intensiver zu schlagen; die einseitig stärkere Bewegung richtet den Ctenophorenkörper wieder zu seiner Gleichgewichtslage auf. Jede Veränderung der Gleichgewichtslage reizt also die entsprechenden Sinneszellen und führt durch intensivere Bewegung der entsprechenden Reihen von Ruderplättchen in zweckmäßigster Weise eine automatische Aufrichtung der Qualle herbei.

Je höher eine Tierart steht, um so komplizierter pflegt ihr Körper gebaut zu sein. Eine um so höhere Komplikation der drei Systeme, der Sinnesorgane, des Zentralnervensystems und der effektorischen Organe wird sich also nachweisen lassen. Je vielseitiger und reichlicher Sinnesorgane und Bewegungsorgane sind, um so mehr Nerven müssen von und zum Zentralnervensystem führen; um so mehr Nervenzellen, Neuronen, müssen in letzterem enthalten sein. So finden wir auch tatsächlich bei den höheren Tierformen ein immer zellenreicheres und damit größeres und komplizierter gebautes Zentralnervensystem. Bei einem solchen handelt es sich nicht mehr ausschließlich um die Vermittlung eines zentripetalen Reizes zu einem peripher gelegenen Bewegungsorgan. Es treten vielmehr alle möglichen zentrifugalen Nerven in Verbindung mit einem zentripetalen Nerv und umgekehrt. Im Zentralorgan selbst bilden sich zwischen den einzelnen Nervenzellen und Gruppen von Nervenzellen die mannigfachsten Verbindungen aus. Diese können nicht ohne Folgen auf die Lebenserscheinungen der Tiere bleiben. Man hat direkt den Eindruck, als würde der aus einer Vielheit voneinander mehr oder weniger unabhängiger Organe zusammengesetzte Körper durch das Zentralnervensystem zu einer Einheit zusammengebunden. Alles, was am Körper draußen existiert, hat seinen Repräsentanten im Gehirn. Was am Körper weit auseinander liegt und sich kaum gegenseitig direkt beeinflussen könnte, das ist im Gehirn auf engen Raum zusammengepackt. Hier wird der Körper zu einer neuen Einheit zusammengefügt; was irgendeinen entlegenen Teil des Körpers berührt und reizt, hier wird es sämtlichen Teilen, hier wird es dem Ganzen mitgeteilt. So wird es ermöglicht, daß die kleinsten und scheinbar unwesentlichsten Bestandteile eines komplizierten Tierkörpers gezwungen werden, in zweckmäßiger Arbeit für das Ganze zu wirken. Diese Zusammenfassung der Teile zum Ganzen im Zentralnervensystem läßt sogar den Gedanken aufkommen, ob nicht Bewußtsein und Ichbewußtsein von der Ausbildungsstufe des Zentralnervensystems abhängig sind.

Ein solches höher ausgebildetes Zentralnervensystem ist die Voraussetzung für das Zustandekommen jener komplizierten zweckmäßigen Bewegungen, welche wir als den Ausdruck

Digitized by Google

von Instinkten betrachten. Instinkte sind ebenfalls angeborene zweckmäßige Handlungen. Sie unterscheiden sich von den Reflexen, mit denen sie den automatischen Ablauf gemein haben, nur durch ihre höhere Komplikation. Durch einen bestimmten Reiz ausgelöst, sehen wir bei einem Tier eine Reihe von Bewegungen sich abwickeln, welche in ihrer Gesamtheit eine mehr oder minder komplizierte, für die Erhaltung des Individuums oder der Art zweckmäßige Handlung darstellen. Ich brauche als Beispiele nur an die Brutpflege und Nestbauinstinkte von Bienen und Raubwespen, Trichterwicklern und Vögeln zu erinnern. So vielseitig und kompliziert jene Tätigkeiten auch waren, wir sahen sie doch bis zu einem gewissen Grad vollkommen automatisch ablaufen. Die Tiere, welche sie ausführten, hatten keine Gelegenheit sie zu erlernen. Insekten z. B. begannen mit ihnen oft sofort nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe, ohne daß Eltern vorhanden gewesen wären, von denen sie ihre Ausführung hätten kennen lernen können. Bei genauerer Untersuchung stellen sich Instinkte vielfach als eine Reihe von Reflexen heraus. Von ihnen ist vielfach nur der erste durch eine äußere Einwirkung ausgelöst, und dann bewirkt von der ganzen Reihe einer den anderen. Es ist leicht einzusehen, daß infolgedessen der Ablauf der Reihe unter Umständen dadurch modifiziert oder gestört werden kann, daß ein neuer äußerer Reiz einen neuen interferierenden Reflex herbeiführt.

Damit solche Reflexketten zustande kommen, muß nach unseren früheren Auseinandersetzungen eine besondere morphologische Grundlage vorliegen. Es muß in dem Zentralnervensystem die Möglichkeit einer vielseitigen Verknüpfung rezeptorischer und effektorischer Nerven gegeben sein. Tatsächlich finden wir auch bei all jenen Tieren mit komplizierten Instinkten eine hohe Entwicklung des Zentralnervensystems. Und zwar pflegt diese Entwicklung vor allem jenen Teil des Zentralnervensystems zu betreffen, in welchem eine Verknüpfung der Sinnesorgane mit den Bewegungsorganen des Tierkörpers zustande kommt. Alle jene Tiere, welche hochausgebildete Instinkte besitzen, haben ein Gehirn von beträchtlicher Größe und von weitgehender Differenzierung der einzelnen Teile.

Dabei ist es sehr bemerkenswert, daß die Höhe der Gehirnentwicklung nicht immer von einer weitgehenden einseitigen Differenzierung im sonstigen Bau des Tierkörpers abhängig ist. Wir sehen eine Höchstentwicklung des Gehirns und der Instinkte in einer ganzen Reihe von Tiergruppen unabhängig auftreten. Wohl sind es immer hochstehende Tiergruppen; auch handelt es sich stets um solche Formen, bei denen die Sinnesorgane auf einer hohen Stufe stehen, bei denen ferner die Bewegungsorgane vielseitig und leistungsfähig sind. Bei Tierarten, welche wie die sessilen oder parasitischen Tiere Rückbildungen der Sinnes- und Bewegungsorgane zeigen, pflegt auch das Zentralnervensystem gering ausgebildet zu sein. Im Zusammenhang damit sehen wir auch das Instinktleben reduziert. Wir werden nicht viel von dem „Seelenleben" eines Bandwurms oder einer Muschel erwarten. Es ist aber auffallend, daß in den einzelnen Tierstämmen nicht immer die höchstentwickelten Formen auch in bezug auf die Entwicklung des Gehirns und der Handlungen an der Spitze stehen. Höchststehendes Instinktleben finden wir bei Arthropoden, bei Mollusken und bei Wirbeltieren. Unter den letzteren stehen sicher Vögel und Säugetiere in jeder Beziehung bei weitem am höchsten. Sie lassen Fische, Amphibien und Reptilien in der Entwicklung des Gehirns und der psychischen Fähigkeiten weit hinter sich. Auch unter den Mollusken ist die körperlich höchststehende Gruppe, die der Cephalopoden oder Tintenfische, die einzige, welche über ein kompliziertes Zentralnervensystem und höhere psychische Fähigkeiten verfügt. Bei den Arthropoden sehen wir jedoch mehrfach solche Gipfelpunkte in der Entwicklung erreicht. So tritt uns ein solcher unter den dekapoden Krebsen bei den Krabben, unter

Digitized by Google

den Arachnoideen bei den Spinnen, unter den Insekten jedoch sowohl bei den hochstehenden Bienen, Wespen und Ameisen als auch bei den tiefstehenden Termiten entgegen. Bei all diesen Gruppen sehen wir für die hohe Entwicklung der Instinkte auch die körperliche Grundlage in einem hochentwickelten Zentralnervensystem gegeben.

Wir haben nun gesehen, daß Reflexe und Instinkte der Tiere stets auf einer mit dem übrigen Erbgut vererbten materiellen Grundlage beruhen. Sie gehören zu den organisatorischen Eigenschaften, welche das Tier bei seiner Geburt mitbekommt. Wie diese unterliegen sie der Variation; wie diese treten sie in erblichen und nichterblichen Varianten auf; wie bei diesen lassen sich schließlich erbliche und nichterbliche Varianten durch äußere Einflüsse herbeiführen. So können wir denn auch den Schluß ziehen, daß sie ebenso wie alle körperlichen Eigenschaften der Auslese unterliegen, welche einerseits dafür sorgt, daß sie auf einmal erlangter Höhe bleiben, andererseits unter Umständen ihre Weiterentwicklung verursachen kann. So wäre denn auch die Entstehung der durch Reflexe und Instinkte bedingten zweckmäßigen Bewegungen der Tiere auf ein körperliches Substrat und mit diesem auf die Einwirkung der Selektion zurückführbar.

Wir haben früher schon davon gesprochen, daß neben den in den Reflexen und Instinkten repräsentierten organisatorischen Eigenschaften des Seelenlebens der Tiere sich bei ihnen auch ein regulatives Geschehen nachweisen läßt, wie wir das auch für die körperlichen Eigenschaften kennen gelernt haben. Es ist kein Zweifel, daß nicht alle Handlungen der Tiere im gleichen Sinn automatisch ablaufen, wie wir das von den Reflexen und Instinkten kennen gelernt haben. Sogar bei den Instinkten können wir unter Umständen eine Regulation durch veränderte äußere Bedingungen feststellen. Nicht immer ist der Instinkt absolut blind.

Die Fähigkeit, die Handlungen je nach den Umständen zu modifizieren, welche wir bei so vielen Tierarten beobachten können, bietet einer natürlichen Erklärung sehr große Schwierigkeiten. Sie ist es, welche viele Forscher überhaupt an der Möglichkeit einer natürlichen Erklärung verzweifeln ließ und sie entweder zu der Annahme drängte, daß sich im Tierleben Kräfte manifestierten, die wir aus der anorganischen Welt nicht kennen; andere wiederum neigten der Annahme zu, daß ähnliche Kräfte und eventuell Vorgänge auch den leblosen Dingen eigentümlich wären, nur von uns nicht erkannt und richtig gedeutet seien. So kam z. B. Haeckel zu der Vorstellung einer Atomseele, wie sie bereits altgriechische Denker angenommen hatten.

Sicherlich liegen hier ganz ähnliche Schwierigkeiten vor, wie sie uns bereits bei der Erklärung regulatorischen Geschehens an dem Tierkörper selbst entgegentraten. Wie wir dort eine Lösung der Rätsel erst von der Zukunft erwarten dürfen, so gilt das in noch höherem Maße von der kaum begonnenen Erforschung des Seelenlebens der Tiere. Wir können ruhig zugeben, daß bis heute noch keine plausible natürliche Erklärung für die oft so komplizierten Handlungen der Tiere, soweit sie nicht unter den Begriff des Instinkts einzuordnen sind, existiert. Oft sehen wir die Tiere handeln, als hätten sie eine bestimmte Vorstellung von dem Zweck, den sie mit der betreffenden Handlung erreichen. In manchen Fällen sehen wir sie zwischen verschiedenen Möglichkeiten wählen und haben dabei den Eindruck eines bestimmt gerichteten Willens. Nachdem so viele schwierige und rätselhafte Vorgänge in der Natur im letzten Jahrhundert sich haben analysieren lassen, brauchen wir nach meiner Meinung auch diesen Problemen gegenüber den Mut nicht aufzugeben. Ich will nur eine Deutungsmöglichkeit kurz skizzieren. Immer wieder sind uns als ein wesentliches Moment bei den Handlungen der Tiere die von mir so genannten Probierbewegungen begegnet. In der

Digitized by Google

Organisation vieler Tiere ist es begründet, daß sie auf einen bestimmten Reiz hin eine Serie von Bewegungen ausführen, von denen je nach der Qualität des Reizes nur eine zur vollkommenen Durchführung gelangt oder eine ganze Reflexkette auslöst. Wir können uns vorstellen, daß durch die verschiedenen Probierbewegungen sozusagen eine Reihe von verschiedenen Möglichkeiten des Handelns zur Auswahl dargeboten wird. Welche dieser Tätigkeiten nun zur vollständigen Durchführung gelangt, das kann 1. von den quantitativen und qualitativen Eigenschaften des Reizes und 2. von inneren Verhältnissen des gereizten Organismus bzw. des Protoplasmas oder seiner Nervenzellen abhängen.

Wir haben schon vorher, bei Reflexen und Tropismen erfahren, daß die Vergangenheit einer Zelle einen großen Einfluß darauf haben kann, in welcher Weise sie auf einen bestimmten Reiz antwortet. Hat z. B. eine Amöbe durch Ausstrecken von Pseudopodien auf einen bestimmten Temperaturreiz reagiert, darauf einen Nahrungskörper umflossen und ihn gefressen, so kann dadurch eine derartige Veränderung an ihr vor sich gegangen sein, daß sie nunmehr auf den gleichen Reiz in anderer Weise oder gar nicht mehr reagiert. In einem solchen Fall, nämlich nach erfolgter Nahrungsaufnahme haben wir direkt eine stoffliche Veränderung an dem gereizten Körper feststellen können. Aber auch in solchen Fällen, in denen wir eine solche nicht direkt konstatieren können, dürfen und müssen wir sie wohl annehmen. Jennings hat z. B. gezeigt, daß das Infusor Stentor auf Berührungsreize durch eine Serie von Bewegungen reagiert, welche in genau der gleichen Reihenfolge immer wieder erfolgen, wenn man ein frisches Tier zuerst leise und dann immer stärker reizt. Zuerst biegt es sich zur Seite, dann zieht es sich zusammen, verkriecht sich immer tiefer in die Gallerte, welche es ausgeschieden hat, dreht sich schließlich um, löst sich ab und schwimmt davon. Ein Tier, welches nun einmal auf die sechs Reizstufen die sechs verschiedenen Reizantworten gegeben hat, ist dadurch so verändert, daß es bei einem neuen Versuch bei einem ganz leichten Reiz schon mit einer der stärkeren Reaktionen antwortet. Man hat mit einem gewissen Grade von Recht solche Vorgänge mit den Erscheinungen des Gedächtnisses verglichen. Richtiger reiht man sie unter die Reiznachwirkungen ein, wie sie uns auch im Nervensystem der höheren Tiere entgegentreten. Es ist immerhin bemerkenswert, daß solche sich schon in dem Protoplasmakörper eines Protozoons nachweisen lassen.

Sicher spielen solche Nachwirkungen eine sehr große Rolle bei den Handlungen der höheren Tiere. Wir werden sie auch wohl zur Erklärung derjenigen Erscheinungen heranziehen müssen, welche wir als Äußerungen eines richtigen Gedächtnisses ansehen. Äußerungen von Gedächtnis finden wir schon bei relativ niederen Tieren, vor allem aber bei Arthropoden. Sie sind um so ausgesprochener, je weniger die betreffenden Tiere Instinkttiere sind. So wie wir schon bei den körperlichen Eigenschaften der Tiere feststellen konnten, daß die Fähigkeit zur Regulation um so geringer ist, je höher differenziert der Bau eines Tieres ist und je besser es durch seine organisatorischen Anpassungen seinem Lebensraum eingefügt ist, so sehen wir auch die Tiere mit sehr hoch differenzierten, für ganz spezielle Handlungen ausgebildeten Instinkten zu Modifikationen ihrer Tätigkeiten relativ wenig geeignet. Je weniger einseitig die Instinkte ausgebildet sind, um so größer sind die Fähigkeiten zu Regulationen. So sahen wir unter den Hymenopteren z. B. die Raubwespen durch den Instinkt für ihre Tätigkeiten in sehr enge Bahnen gezwängt, während die sozialen Insekten eine viel größere Regulationsfähigkeit zeigten. Unter den letzteren stehen aber in dieser Beziehung die Wespen und Ameisen viel höher als die Bienen mit ihren einseitiger differenzierten Instinkten. Trotzdem sehen wir auch solitäre Wespen und Bienen in jedem einzelnen Falle auf Grund von Gedächtniseindrücken ihren Bau wiederfinden. Es scheint

Digitized by Google

allerdings, daß dies bei den verschiedenen Formen in verschieden weitgehendem Maße durch Instinkte ermöglicht sein kann.

Unzweifelhaft sehen wir aber bei den sozialen Insekten durch eigene Erfahrung erworbene Gedächtniseindrücke auf die Handlungen der Individuen modifizierend einwirken. Ameisen und Bienen finden mit Hilfe ihres vorzüglichen Ortsgedächtnisses ihren Bau auch dann wieder, wenn dessen Umgebung verändert worden ist. Sie finden ihn aber nur dann mit Sicherheit, wenn sie gelernt hatten, die Eindrücke der neuen Umgebung ihrem Gedächtnis einzuprägen (vgl. S. 723). Bei Ameisen und Bienen hat man sogar durch Dressurversuche das Vorhandensein eines Gedächtnisses nachgewiesen. Wasmann hat gezeigt, daß eine Ameise, welche wiederholt mit dem Finger durch die Glaswand ihres künstlichen Nestes hindurch erschreckt worden war, auf denselben nicht mehr reagierte, nachdem sie die Erfahrung gemacht hatte, daß er ungefährlich war. In der neuesten Zeit sind sehr zahlreiche Versuche durchgeführt worden, aus denen hervorgeht, daß man Bienen auf bestimmte Futtergefäße, auf bestimmte Örtlichkeiten und sogar auf bestimmte Farben dressieren kann. Ja, sogar Garnelen und Krabben haben sich als dressierbar erwiesen.

Nicht nur solche einfache Gedächtniseindrücke von sinnlichen Wahrnehmungen haben sich bei Arthropoden feststellen lassen, sondern es gibt Beweise dafür, daß sie auch imstande sind, Assoziationen zu bilden. Von Buttel-Reepen hat ein berühmt gewordenes Beispiel davon für Honigbienen beschrieben. Nachdem solche auf der Fensterbrüstung eines Hauses Honig gefunden hatten, konnte er beobachten, daß die gleichen Bienen am Tage darauf die sämtlichen Fenster des betreffenden Hauses nach Honig absuchten. Es mußte also bei diesen Tieren eine Verknüpfung der Vorstellung des Honigfindens mit der Vorstellung von einem Gebilde von der Art eines Fensters stattgefunden haben.

Die höchste Stufe von psychischen Fähigkeiten finden wir bei den Wirbeltieren und unter ihnen bei den Säugetieren und Vögeln. Sie sind es, deren Gehirn am umfangreichsten unter allen Tieren ist, und bei denen die größte Menge von verknüpfenden Bahnen im Zentralnervensystem vorhanden ist. Auch bei den Handlungen dieser höchststehenden Tierformen spielen Reflexe und Instinkte noch eine sehr große Rolle. Daneben finden wir bei ihnen die regulatorische Sphäre sehr hoch entwickelt. Bei manchen Formen, besonders unter den Säugetieren ist das Gedächtnis für sinnliche Eindrücke ganz außerordentlich hoch ausgebildet. Es ergibt sich dies schon aus der Dressierbarkeit vieler Tierarten. Wir haben im neunten Kapitel dieses Bandes bereits erörtert, daß besonders die geselligen und herdenbildenden Tiere diese Fähigkeiten aufweisen. Vielfach werden die dort geschilderten, aufs feinste den natürlichen Lebensverhältnissen der Tiere angepaßten Fähigkeiten noch ganz in das Gebiet der Instinkte zu rechnen sein.

In noch viel höherem Maße wie bei den Insekten sehen wir bei den Wirbeltieren die Fähigkeit Assoziationen zu bilden entwickelt. Wir sehen sie höchst komplizierte Handlungen ausführen, welche darauf schließen lassen, daß für sie bestimmte Kategorien von Gegenständen existieren. Es kann wohl kein Zweifel darüber existieren, daß viele von ihnen mit bestimmten Lauten bzw. mit Worten bestimmte Begriffe verbinden.

Von dieser Feststellung ist nur ein kleiner Schritt bis zu der Anerkennung einer mehr oder weniger selbständigen Intelligenz bei Vögeln und Säugetieren. Es ist dies ein Problem, um welches viel gestritten worden ist. Es muß anerkannt werden, daß der Gegenstand noch viel zu wenig genau und sachgemäß studiert ist, um ein abschließendes Urteil zu erlauben. Wer viel mit Vögeln und Säugetieren zu tun gehabt hat, wer sie abgerichtet hat und sie in täglichem Umgang untereinander und mit Menschen beobachten konnte, wird

Digitized by Google

meistens geneigt sein, ihnen Intelligenz zuzusprechen. Man hat vielfach den Eindruck, daß Vögel und Säugetiere selbständige Gedanken und Entschlüsse zu fassen imstande sind. Ich kann an dieser Stelle nicht auf Beweise und Gegengründe für und gegen diese Anschauung eingehen. Ich kann nur hervorheben, daß ich selbst geneigt bin, den Tieren höhere Fähigkeiten in dieser Beziehung zuzutrauen.

Allerdings von der Entwicklung, welche in der neuesten Zeit die Psychologie der höheren Tiere genommen hat, verspreche ich mir keine großen Ergebnisse für die Wissenschaft. Es ist allgemein bekannt, daß in den letzten Jahren einige dressierte Pferde und Hunde durch ihre scheinbar überwältigenden Leistungen das allergrößte Aufsehen erregt haben. Diese Tiere sollen durch eine mit den Extremitäten ausgeführte Klopfsprache mit dem Menschen in Verbindung treten und ihm Rede und Antwort stehen. Sie geben ihm nicht nur auf alle möglichen Fragen Antwort, sondern sie lösen auch schwierige arithmetische Aufgaben. Gewiß sind die betreffenden Tiere Beispiele von außerordentlich hochstehenden Dressurleistungen. Die Versuche beweisen eine außerordentliche Feinheit der Sinnesreaktionen, eine bedeutende Kraft des Gedächtnisses bei den Tieren. Die bisher mitgeteilten Tatsachen, und was ich selbst an den Tieren beobachtete, konnten mich aber nicht davon überzeugen, daß sie imstande sind, selbständige Gedanken aus vollkommen menschlichen Sphären zu fassen und sie dem Menschen mitzuteilen. Vieles, was von den sogenannten Gedanken dieser denkenden Tiere mitgeteilt worden ist, ist so phantastisch, daß man ohne weiteres die Mitarbeit eines in dieser Richtung begabten menschlichen Gehirns dabei herausmerkt.

Ich traue den höheren Tieren alle möglichen geistigen Fähigkeiten zu; ich glaube aber kaum, daß diese sich aus der Sphäre erheben werden, welche von den Lebensbedingungen der betreffenden Arten umschrieben wird. Ein genaues Studium des Seelenlebens der höheren Tiere wird uns sicherlich viel merkwürdigere Dinge kennen lehren, als es angeblich die Elberfelder Pferde und der Mannheimer Hund tun. Wollen wir hoffen, daß bald die Entwicklung einsetzt, welche uns gesicherte Tatsachen über dies wichtige Gebiet des Tierlebens bringt.

Digitized by Google

Regiſter.

* bedeutet Abbildung.

A

Aal
Giftigkeit 365
Aale
weibliche *520
Aallarve
Verwandlung *523
Aallarven
Verbreitung 682
Aalmutter
Viviparie 625
Aalſchuppe
mit Zuwachsſtreifen *765
Asfliegen 253
Asfreſſer 249
Asgeier 251
Askäfer 252
Abendpfauenauge
Trutzſtellung 375
Aberrationen
bei Schmetterlingen 869
Abfallkammern
der Ameiſen 735
Abflugszeit
der Zugvögel 549
Abhängigkeit
der Tiere von Nahrung 193
Abwaſſerfauna 844
Abwaſſertiere 260, 844
Abwehrbewegungen 371
Acantephyra
Maſſenanſammlung 682
Acantholithus *345
Acanthomyops claviger
Kolonie *732
Acentropus niveus 788
Achias longivisus 806
Acine belones *289
Ackereule 55
ackerbautreibende Ameiſen 741
Acraea 403
Mimikrymodelle 403
Acridium peregrinum
Eiablage *566
Actinien
Symbioſe 262
Actinienparöken 275
Adamsia palliata *270
Adelges *573
Adler
Jagdmethoden 184
Nahrung 150
Affen 147
Furcht vor Schlangen 147
Familienherden 692
Familienleben 694
gegenſeitige Hilfe 695
Nachahmungstrieb 670
pflanzenfreſſende 52
Trinkgewohnheiten 784
Affenneſter 616
Affenſprache 702
Afterwolle 569
Aglaophenia filicula Corbulae *560
Aglossa pinguinalis 249
Agriotypus armatus *786
Agroeca brunnea *569
Eikokon *569
Agrotis 55
Aguti 662
Laufſäuglinge 662
Agyrtria leucogastra bahiae *94
Schnabelform *94
Ähnlichkeit
ſchützende 376
Akanthocephalen 294
Akontien 271
Aktinien ſ. a. **Actinien**
Brutpflege 618
Autotomie 415
Einfluß von Ebbe und Flut 765
akzeſſoriſche Zitzen 657
Albatros *531
Brutkolonie *531
Albinismus 873
bei Käfern 873
Aleurodes
Wachshülle *784
Algen
in den Haaren von Faultieren 265
Algenfreſſer 30
Algenſymbioſe 262
Alken 792
Allantois 637
Allantoiskiemen 631
Allerleifreſſer 192
Allobophora 259
Altweiberſommer 803
Alytes obstetricans *629
Amalopteryx maritima *818
Amandinen 650
Schnabelmale 650
Amazonenameiſe *746
Amazonenameiſen 744
Amblyopsis
Viviparie 626
Amblyrhynchus 688
Geſelligkeit 688
Amblyrhynchus cristatus *35
Ambroſiapilze 68
der Borkenkäfer 68
aus den Gängen amerikaniſcher Borkenkäfer *69
Ambroſiazellen
der Termitenpilze 73
Ameiſen
Abwehrſtellung 372
Baukunſt 734
Fühlerſprache 759
Pilzgärten 77
pilzzüchtende 75
Reinlichkeit *421
Vermeidung der Inzucht 729
weiße 750
Ameiſen und Blattläuſe 746
ameiſenfreſſende Säugetiere 142
Ameiſengärten 736
Ameiſengäſte 912
künſtliche Zuchtwahl 912
als ſoziale Krankheit 747, 750
Ameiſenhaufen 736
mit Eiern, Larven und Puppen *733
Ameiſenigel 635
Fortpflanzung 635
Höhle 616
Stachel 345
Ameiſenkönigin 724
Verzehren der eigenen Eier 731
Lebensdauer 732
Ameiſenlöwe u. Larve *169
Ameiſenlöwen *170
Trichterfallen *170
Ameiſenlöwenlarve *169
Ameiſennachahmung 399
Ameiſenneſter *743
in Dornen einer afrikaniſchen Akazienart *743
Ameiſenpflanzen 741
Ameiſenſtaat 724
Ameiſenſtraßen 739
Amia calva *586
Neſt *586
Ammophila campestris
Nachfütterung 644
Ammophila heydeni
Nachfütterung 644
Ammophila sabulosa 578
Brutpflege *579

Digitized by Google

Amnion 637
Amöben
Bewegungen 920
Amphibien
Brutpflege 592, 645
Brutpflege am eigenen Körper 628
gesellige 687
Hautdrüsen 368
Kämpfe 462
Prunkfärbung 445
säugetierfressende 149
Schlaf 893
Warnfarben 375
Wasseraufnahme 783
wasserbewohnende 791
der Wüste 782
Amphibienfresser 145
Amphipoden
Aasfresser 251
Amsel
Nest 597
Anaea 389
Anaërobiose
bei Parasiten 303
der Saprozoen 260
beim Spulwurm 304
Analdrüsen 369
Anarhynchus frontalis *132
Anastomus lamelliger *133
Anatiden
Familienleben 692
Ancylodoris baicalensis 832
Andrena
Nestbau *706
Andrena hatterfiana
Hinterbein *112
Anemotropismus 819
Angelhaare
bei maskierten Krabben
Angriffsmethoden [411
der Tiere 163
Anguilla anguilla 520
Anguillula aceti 260
Anguis fragilis
Viviparie 634
Ani
Brüten durch Gärungswärme 678
Anklammerungsapparate
der Wespenlarven 712
Ankunftszeit
der Zugvögel 549
Ankylostoma duodenale 289, *302
Ovoviviparie *617
Anlockung der Beute 165
Anneliden s. **Borstenwürmer**
Anoestrum 497
Anopheles 195
als Zwischenwirt von Filaria 318
als Zwischenwirt des Malariaparasiten 319
Anopheles maculipennis *196
Anophthalmus schmidti *889
Anpassungen 5
der Ameisen 733
der Bienen 111
der Blumen an Insekten 100
an den Blütenbesuch bei Bockkäfern *102
der Blutsauger 203
an Druck 821
an die Fazies 801
von Fischen 800
der Fortpflanzung an Klima 861
von Krebsen 800
der Lufttiere 771
an die Nahrung 154
regulatorische 6
der Schmetterlinge an Blumen 107
fessiler Tiere 226
an Trockenheit der Luft 772
an den Untergrund 381
der Wassertiere 769
an Wind 818
Anpassungsfähigkeit
der Tiere an Salzgehalt 826
Ansammlung
brasilianischer Raupen an einem Stamm 682
Antennularia antennina
Geotropismus *809
Anthomyia
in Leichen 254
Anthomyia canicularis *283
Anthophora parietina
Nestbau *706
Anthotreptes malaccensis
Schnabelform *95
Anthrax
Brutparasitismus 674
Anthrenus museorum *256
Anthroherpon hörmanni *889
Anti-Antikörper 325
Antikoagulin 202
Antikörper 6, 323
Antilocapra americana
Herdenbildung 696
Antilopenherden 695
Anuraea cochlearis
Temporalvariationen *868
Ölidier
Nesselkapseln 125
Nahrung 125
Apfelmotte *87
Aphaenogaster
körnersammelnde 740
Aphis papaveris *208
Aphodius 258
Aphrophora spumaria 785
Apiden
solitäre, Lebensgewohnheiten 703
Apis dorsata
Waben *717
Apis mellifica
Bau 720
Apogoniden
Maulbrüter 627
Appendikularien
Ernährung 218
Apteryx
Nahrung 128
Arachniden
Werbungskünste 507
Arachnothera longirostris
Schnabelform *95
Aramides Ypacaha (V)
Tanz *454
Arbeiter
von Hodotermes ochraceus *752
der Termiten 750
Arbeiterin
der Ameisen 724
der Bienen 716
von Oecophylla mit spinnender Larve *740
Arbeiterinnen
der Ameisen 732
von Formica exsecta *724, *740
der Hummeln 708
der Meliponinen 716
der Wespen 711
Arbeitsteilung
bei Ameisen 725
in Herden 698
Arenicola piscatorum
Ernährungsweise 236
Argas persicus *200
Argiope cophinaria
Eierkokons *567
Argusfasan
balzend *452, *453
Aristolochienfalter 367
Arius
Maulbrüter 627
Artemia salina 843, *844
Ascaris s. **Spulwurm**
Ascaris lumbricoides
Viviparie *617
Asellus aquaticus
Auge *887
Nahrung 37
Asellus cavaticus
Geruchsantennen *889
Asiliden 194
Aspredo batrachus
Brutpflege *628
Assoziationen
bei Tieren 928
Astacobdella 251
Asteracanthion *165
Asterias
Muschelnahrung 130
Asterias forreri
der einen großen Fisch gefangen hat *166
Asterias hexactis
Brutpflege *620
Astia vittata 510
Tanzstellung *510
Atemeslesfütterung *749
Atemfontäne
der Wale 796
Atemmethoden
der Tauchinsekten 790

Digitized by Google

Ateuchus
Ernährung 259
Ateuchus sacer
Brutpille *578
Atmung
der Wasserinsekten 786
der Wassertiere 786
Atmungsorgane
bei Wasserbewohnern 769
Atractonema gibbosum 313
Atta
Polymorphismus 725
Atta fervens
Kohlrabilörperchen aus den Pilzgärten *77
Atta myecetosoritis hartmani W. *78
Atta sexdens Sm.
Blattschneiderameisen *76
halbschematischer Sagittaldurchschnitt *78
Schlepperameisen *76
Atta texana
Kasten *726
Pilzgarten *79
Attacus atlas L. *186
Attelura
stehlend *747
Attiden
Kampfstellungen *511
Atyoidea potimirim
Schere *239
Auerhahnbalz 463
Aufnahme
fremder Jungen 666
Aufspeicherung
seltener Elemente durch Tiere 824
Augen
der Höhlentiere 884
der Nachttiere 887
der Tiefseetiere 887
Augenrückbildung
bei Lichtmangel 882
Auricularia nudibranchiata *556
Ausbreitung
von Vogelarten 546
Ausdrucksbewegungen
bei Herdentieren 702
Ausflugslöcher
der Jungkäfer von Hylesinus fraxini Panz *63
Auslesetheorie 912
Austernbänke 14
austernfressende Seesterne 130
Autodax
Brutpflege 592
Autotomie 414
bei den Geschlechtstieren der Termiten 755
Reflex 418
Azteca
Ameisengarten 735
Kartonnester 737
Azteca muelleri
Nest *742

B

Bachfauna 815
Bachtiere 816
Bacillus rossii 386
Backentaschen 158
Baden
der Tiere 423
Bagrus
Maulbrüter 627
Baikalsee
Fauna 832
Bakteriensymbiose
im Darm 265
Balaena mysticetus
Skelett und Umriß *215
Balaenoptera musculus *216
Barten *214
Skelett *137
Skelett und Umriß *217
Balanciereinrichtungen
bei Flugtieren 806
Balaninus nucum L. *88
Balanoglossus
Lebensweise 236
Balgmilbe *292
Balzbewegungen 451
der Säugetiere 461
Balzhandlungen 450
Balzstellungen 451
Balzvorstellungen 464
Bandwurm
perlenerzeugend 319
Wirtswechsel 318
Bandwürmer 294
Wanderlarve 299
Bänke
der Heringe 524
Barbe
Giftigkeit 364
Bär
Brutplatz 614
Bären
Nahrung 53
Bärentierchen
Cyste 777
Barteln
Bedeutung 165
Barten
des Blauwals 214
Bartenwale
Nahrung 135, 136
Bathylychnus cyaneus *893
Bathynomus doederleini 876
bathypelagische Tiere 802
Bau
von Apis mellifica 720
Baucharmmler 112
Baukunst
der Ameisen 733
der Honigbiene 718
der Papierwespe 714
Baumbewohner 808
Baumfrösche
Färbung 379
Baumläufer
Schnabelform *82
Baumnester
der Termiten 756
Baumschlangen
Färbung 379
Baumsegler
Nester 610
Baumtiere 809
Baumwollkäfer 90
Bautätigkeit
solitärer Bienen 707
Bauten
der Biber *686
der Blumenbienen 583
der Hummeln 710
von Hymenopteren 584
von Mauerbienen *703
von Raubwespen 579
der Säugetiere 613
solitärer Bienen und Wespen *581
der Termiten 756
der Wespen 712
Bdellostoma stouti
Eikette *558
Bebrütung
der Eier bei Vögeln 604
Befruchtung 494
bei Schwämmen 618
befruchtungsunfähige Weibchen
der Ameisen 724
Begattung
bei Galeodes 505
bei Spinnen 508
Begattungshaken 503
Begattungsmethoden 471
Begattungsreiz und Reifung 495
Begattungszeichen 501
Beinsammler 112
Bekämpfungsmethode
biologische 20
Belonopterus cayennensis grisescens Prazák
Tanz *456
Bembex
Brutparasitismus 671
Brutpflege 579
Nachfütterung 644
Benthos 797
nektonisches 797
Bereitschaftsstellung 371
bei Galeodes orientalis *504
Bergbachfauna 816, 852
Bergwallaby
Höhle 616
Betta pugnax 462
Nestbau 589
Bettwanze *197
Beute
Anlockung 165
Beutel
der Beuteltiere 653
Beuteldachs
Höhle 616
Plazentabildung 637
Beutelmarder
Plazentabildung 637
Trächtigkeitsdauer 636
Beutelmeise
Nest 598
Beutelmoll
Erdhöhle 616
Beutelratte
Zitzenzahl 654

Digitized by Google

Beutelsäuglinge
von Didelphys *654, 660
Beuteltiere
Beutel 653
Brunst und Befruchtung 494
Brutpflege 655
Brutversorgung 636
pflanzenfressende 49
Plazentabildung 636
Trächtigkeitsdauer 636
Zitzenzahl 654
Beuteltierfortpflanzung 636
Beutelwolf
Beutel 654
Bewachung
d. heranwachsenden Brut 643
Bewegungen
der Protozoen 921
Bewegungsspiele 669
Biber
Koloniebildung 685
Biberbauten 614, 686
Bibergeildrüsen 438
Bibio araneoides 244
Biene s. a. **Honigbiene** 722
Bienen s. a. **solitäre Bienen** 704
Anpassungen an Blumenbesuch 111
Behaarung 110
blütenbesuchende 99
Rüssellänge 115
Sanggewohnheiten 119
Saugrüssel 115
Saugtätigkeit 118
Schwarmton 759
solitäre, Bauten 706
solitäre, Brutpflege 704
Bienen und Wespen
solitäre, Bauten *581
Bienenbaum
mit freihängenden Waben *719
Bienenbrot 718
Bienenentwicklung 723
Bienenfresser
großer *141
Nestbau 595
Bienenkönigin 716
Bienenmännchen 717
Bienenschwarm *718, 721
Bienenstaat 716
Bienenstock 718
Bienenwabe *723
Bienenwölfe 673
Biesfliegen 284 s. a. **Dasselfliegen und Östriden**
Eier *284
Biocönose 13
Störung 16, 517
Birkhahnbalz 464
Bisonherden 696
Bitis
Giftspucken 369
Bitterling
Eiablage *565
Blankaal *520
weiblicher *521
Blasenpflaster 364
Blastophaga grossorum 121
Blastostyle
von Myriothela phrygia *563
Blätter
wandelnde 387, *389
blattfressende Säugetiere 49
Blattheuschrecken 387
Blattläuse *208
Galle *570
Stichkanal *208
Blattläuse
Nahrung 207
vivipare 623
Wachsbildung *784
Wachsproduktion 356
zyklische Entwicklung 862
Blattläuse und Ameisen 746
Blattlausfresser 138
Blattlauspavillon
der Oecophylla 739
Blattminierer *42
Blattnachahmung 387
Blattnasen 205
Blattschmetterlinge 388
Blattschneiderameisen 75
Schädigung europäischer Pflanzen 193
Blattwespenlarven 42
Bläulinge
als Befruchtungsvermittler 122
Blauwal *216
Blauwalbarten *214
Blauwalskelett *217
Blauwalumriß *217
Bleichsucht
ägyptische 322
Blenniiden
Viviparie 625
Blepharoceriden 816
Blindbremse *195
Blinddarm
als Gärkammer 265
Blindheit
der Höhlentiere 883
Blindschleiche
Nahrung 128
Viviparie 634
Blindwühle
Ernährung 128
blumenbesuchende Schmetterlinge 106
Blumenbesucher
Spezialisierung 99
Blumenbienen
Bauten 583
Brutpflege 582
Blumenfalter 109
Blumenfarbe 101
Blumenfliegen 105
Blumengärten
der Tiefen 223
Blut
widriges 366
Blutandrang
bewirkt durch Parasiten 321
Blutegel 202
Anatomie *206
Vorderende *204
Blütenbesuchende
Bienen 99
Fledermäuse 96
Fliegen 104
Hymenopteren 109
Käfer 103
Schmetterlinge 99
Schnecken 97
Vögel 93
Wespen 97
Blütenbesucher 93
und Bestäubung 91
Blütenblattfresser 90
Blütenstecher 90
Blutfilarien 297
Blutgase
Einfluß des Druckes 821
Blutlaus 193
Blutparasiten 296
blutsaugende Fliegen 195
Blutsauger 194
Anpassungen 203
Verteidigung gegen 425
Blutsauger und Pflanzensauger 194
Blutspritzen 366
bei Krötenechsen 369
Bockkäfer
Blütenanpassung *102
Bodennematoden *259
Bodensee: Fera-Riemenfilter *213
Bodentiere 796
Bohnen
lebende 89
Bohrdrüse
Natica josephina *130
Bohrgänge *34, *66
Bohrmuscheln 243
Bohrschwamm 242
Bombardierkäfer 366
Bombus
Staatenbildung 708
Bombus kirbyellus
solitäre 709
Bombus lapidarius
Nest *709
Bombyx radama
Kokonbeutel 683
Bonellia viridis
Zwergmännchen *190
Boophilus decoloratus *201
Borkenkäfer 60, 64, 65
Fortpflanzung 61
holzbrütende 67
pilzzüchtende 68 69
Puppenwiege 63
Schwärmen 60
der Tropen 71
Borstenwürmer
Schleimabsonderung 356
Bosmina coregoni
Cladocere mit Brutraum *620
Bougainvillia 815
Brachinus crepitans 366
Brackwasser
Zusammensetzung 829
Brackwassertiere 825
Bradypus *264
Brakoniden 286
s. a. **Schlupfwespen**

Digitized by Google

Branchiopoden
Dauereier 779
Branchipus 843
Brandungsfauna
des Süßwassers 817
Brandungsfische 814
Brandungskrebse 814
Brandungsschnecken 813
Brandungsseeigel 813
Brandungstiere 812
des Süßwassers 817
brasilianische Honigbiene
Nest *715
brasilianische Wespe
Nest *713
Brautente
Schnabelform 241
Transport der Jungen 649
Breitkopf
(Aale) *520
Bremsen *195
Bremsenlarven
Nahrung 190
Brennhaare
der Raupen *362
Brieftauben 552
Brillenschlange 372
Brüllaffe *372
Brüllen
der Tiere 371
Brunst 485, 490, 493
der Säugetierweibchen 497
Brunst und Befruchtung 494
Brunst und Menstruation 496
Brunstdauer 500
Brunstgeruch 438
Brunstperioden 499
Brunstrausch 500
Brunstzeitentabelle 487
Brunstzyklus 498
Brustsäuglinge 661
Brutbewachung 585
Brutdauer
bei den Vögeln 611
Brutdauer u. Eigröße 652
Brüten 606
durch Gärungsräume bei Vögeln 678
Bruternährung
bei Cladoceren 621, 625
bei Haien 625
im Mutterleib bei Fischen 627
Brutflecken 602
Brutfütterung
bei Borkenkäfern 70
Brutgeschäft
bei monogamen u. polygamen Vögeln 602
Brutgewohnheiten
der Vögel 594
Brutheimat
der Vögel 550
Brutinseln 531
Brutkolonie
des Albatros *531
des Flamingo *688
Brutkolonien
der Vögel 633
von Laysan, Ausnützung der Eimassen *533
Brutparasitismus 671
der Vögel 678
brutparasitische Raubwespen 671
Brutpflege 570
am eigenen Körper bei Amphibien 628
am eigenen Körper bei Fischen 624
an u. im Körper der Eltern 618
bei Aktinien 618
bei Amphibien 592
der Beuteltiere 655
bei Blumenbienen 582
bei Fischen 586
der Fischmännchen 626
bei Fröschen 591
bei Käfern 644
bei Krebsen 621
der Mistkäfer 575
der Nestflüchter 650
der Nesthocker 650
der Raubwespen 578
bei Reptilien 593
bei Seeigeln 619
bei Skorpionen 643
solitärer Bienen 704
bei Spinnen 622
der Stachelhäuter 619
bei Vögeln 645
bei Wasserwanzen 624
bei Wolfsspinnen 643
bei Würmern 619
körperliche Grundlagen 670
Brutpflege und Temperatur 874
Brutpillen 577
Brutplätze
von Säugetieren 614
Brutschmarotzer 672
Brutschwarm 686
Bruttasche
von Echidna 635
von Seepferdchen *626
Brutversorgung
bei Ameisen 731
bei Beuteltieren 636
bei Fischen 585
bei Insekten 571
bei den Säugetieren 634
Brutwärme
bei Vögeln 610
Brutzellen
der Bienen 718
der Hummeln 708
Buchdrucker 65
Bücherläuse 244
Bücherskorpione 244
Buchfink
Nest *599
Schnabelform *82
Buckelbrut 722
Bugula *222
Bunder *158, *159
Buntspecht
Nestbau *594
Buphaga africanus 277
Bursae
Brutpflege 620
Bürstchen
der Bienen 114
Bürzeldrüse 792
Büschelkiemer
Bruttaschen 626
Bussard
Magen *157
Butterfisch
Brutpflege 590

C

Calanella dubowski *844
Calaptorhynchus Banksii
Schnabelform *56
Calicopteryx moseleyi *818
Callionymus lyra
beim Liebesspiel *446
Calliphora vomitoria *253
Calliteuthis reversa
Längenschnitt durch das Leuchtorgan *890
Callorhinus ursinus
alte Bullen u. ihr Harem *478
junge Tiere am Landstrand *476
Landung d. Bullen *475
Weibchen landend *476
Calvinia mirabilis
Gonangium *560
Calyptobothrium *294
Caiman niger
Brutpflege 593
Cambarus
Höhlenbauten *774
Cambarus pellucidus *883
Augenschnitt *886
Campanulina
Schutzkapsel *341
Camponotus
Ameisengarten 735
Nestbau 737
Polymorphismus 725
Camponotus americanus
Stände u. Entwicklungsstadien *727
Camponotus herculeus
Holznest *736
Camponotus inflatus
Arbeiter als Honigtöpfe 728
Camponotus pennsylvanicus
Nest *731
Camponotus quadriceps
Nest *744
Cancer pagurus
mit Tieren besetzt 266
Canthocamptus
Cyste *778
Canthocamptus crassus
Kopulation *503
Capitelliden
Ernährung 239
Caprifleus 120
Capromys
Zitzenlage 656

Digitized by Google

Carcharias
Uterusnahrung 625
Carcinus maenas
Autotomie *417
Brutpflege *622
Cardisoma guanhumi
*772
Cardium edule
Zwergform *831
Carinaria mediterranea
*142
Carteria *218
Cassidix oryzivorus
Brutparasitismus 678
Cassiopeia frondosa *210
Cecidomyiden 571
Pilznahrung 71
Cecropia 741
Centronotus gunellus
Brutpflege 590
Centropus
Brutparasitismus 678
Cephalopoden
s. **Tintenfische**
Cetomimus gilli
Auge *886
Ceramius
Nachfütterung 644
Ceratohyla bubalus
Rückenbrüter 630
Cercaria
Bau *580
Brutparasitismus 671
Cercocebus cynomolgus
Fruchtblase *642
Cercopagis *838
Cestracion japonicus
Eikapsel *557
Chalicodoma
Lehmbauten 584
Chalicodoma muraria
Bauten *703
Chalicodoma pyrenaica
Nestbau *707
Chamäleon
Färbung 379
Charadrius dominicanus
Wanderweg *543
Charadrius fulvus
Wanderweg *544
Chartergus chartarius
Nest *716
Chauliodus sp.
Leuchtorgan *890
Chauna chavaria *463
Chelonobia 274
Chelorrhina Savagei Harris *123
Chelura terebrans *33
chemische Produkte
im Geschlechtsleben 437
chemische Reize
bei Geschlechtsorganen 502
chemische Zusammensetzung
des Mediums 823
Chemotropismus 844
bei Paramaecium *921
Chermes
zyklische Entwicklung 862
Chermes abietis
Gallenbildung *573
Chiavicarola
Kopf *521
Chionaema
Kokon *335
Chiromantis
Nest 591
Chitonidae 812
Chlamydodera cerviniventris J. Gd. *459
Chlamydodera nuchalis
Laube *460
Chorion 637
Chorionepithel
Phagocytose *639
Chromatophoren 409
Chrysididae
Brutparasitismus 673
Chrysis ignita *672
Chrysis viridula
Brutparasitismus 673
Chrysomela cacaliae *41
Chrysomonadinen *218
Chrysopa
Larvenhülle *352
Chrysops caecutiens L. *195
Cichliden
Maulbrüter 627
Cicindela 167
Cikaden
Nahrung 207
Wachsproduktion 356
Cimex lectularia *197
Cinnyris asiatica
Schnabelform *95
Cladocarpus dolichotheca *561
Cladoceren
Bruternährung 621, 625
Dauereier 779
pflanzenfressende 31
Saisondimorphismus 867
Claviger
Symphilie 748
Clupea harengus
Wanderzüge 524
Clytus arietis L.
Blütenanpassung *102
Cnidocil 357
Cocciden
vivipare 623
Coccidien 300
Coccolithophora wallichi *218
Coccolithophoriden *218
Coccystes glandarius
Nestparasitismus 676
Cochlostyla leucophthalma
Nestbau 569
Coelloxys
Brutparasitismus 672
Coelioxys und Meloë 676
Cölenteraten
als Benthostiere 798
Cölenteratenfresser 125
Colletes
Brutversorgung 582
Linienbauten 706
Collocalia fuciphaga 601
Colobocentrotus atratus 814
Colobopsis
Soldaten 727
Colobopsis truncata
Soldat *728
Coloborhombus
Mimikry 398
Coloradokäfer
Temperaturexperimente 873
Colpoda cucullus
Cyste *776
Conchoecetes *352
Connochaetes albojubatus
Herde *696
Conolophus
Geselligkeit 688
Conorhinus megistus *198
Convoluta roscoffensis 363
Copepoden s. a. **Ruderfußkrebse**
Cysten 777
Dauereier 779
pflanzenfressende 31
Copris hispanica
Brutversorgung *576, *577
Corbulanst
von Theocarpus bispinosus *561
Corbulae
von Aglaophenia filicula *560
Cordylophora
Nesselkapseln 358
Cordylophora lacustris *826, *827
Einwanderung ins Süßwasser 834
Coronula diadema *274
Corpus luteum 493
Crematogaster
Kartonnest *737
Cristatella mucedo
Statoblast *776
Crocodilus niloticus
Brutpflege 593
Crotalus *371
Crotophaga
Brüten durch Gärungswärme 678
Crustaceen s. a. **Krebse**
Begattungsantennen 503
Massenversammlungen 631
Cryptocerus angulosus
Kasten *726
Crysochloris hottentota
Auge *884
Ctenophoren s. **Rippenquallen**
Cuculus canorus
Nestparasitismus 676
Culex pipiens *195
Saugapparat *203
Cyanea capillata *359
Cyclodorippe unicifera *88
Cyclopterus lumpus
Brutpflege 590

Digitized by Google

Cyclosomia
Höhle 383
Cyclothone
Massenansammlungen 682
Cygnus atratus
Transport der Jungen 649
Cygnus melanocoryphus *649
Cygnus olor
Transport der Jungen 649
Cymatogaster aggregatus
Bruternährung 627
Cynipidae 571
Cynips gallae
Gallen *571
Cyprinodonten
Viviparie 625
Cysten
der Bodennematoden *259
Cystenbildung 776
Cysticercus cellulosae *299

D

Dactylostomias ater *892
Dämmerungsaugen
der Landtiere 887
Dämmerungstiere 892
Danaiden
Mimikryvorbilder 402
Danaus chrysippus 402
Daphniden
zyklische Entwicklung 864
Daphnideneier 620
Darmeingang
Schutz 426
Darminfusorien *296
Darmlänge und Ernährungsweise 157
Darmparasiten 293
Darmwürmer
Haftapparate 294
Darwin 907
Darwinsche Theorie 908
Dasselfliegen 284 f. a. Biesfliegen und Östriden
Dasypeltis 148
Dasypoda plumipes *113
Dasyprocta
Lauffäuglinge 662
Dasypterus
Zitzenzahl 658
Dasyurus
Plazentabildung 637
Zitzenzahl 654, 658
Dasyurus viverrinus
Trächtigkeitsdauer 636
Dattelkäfer 71
Daudebardia
Umriß *154
Dauerei
von Diaptomus coeruleus *778
Dauereier 778
Dauernester 734
Dauerzustände 776
Decidua capsularis 642
Deciduaten 638, 640
Plazentabildung 642
Deciduatenembryo
Ernährung 642
Deckel
der Einsiedlerkrebse *350
der Schneckenhäuser 350
Deckelbildungen 342
Degeeria nivalis 244
Dekapoden
Brutpflege 621
Delphin
Kehlkopf u. Nasengang *795
in Flüssen 835
Demodex folliculorum 292
Dendrobates
Brutpflege 628
Dendrocygna viduata *646
Dermatobia cyaniventris *284
Dermestes lardarius 255
Desmodus 204
Desmognathus fusca
Brutpflege 632
Desoria glacialis 244
De Vriessche Theorie 918
Dexippus morosus *387
Diamphidia 364
Diaptomus
Dauerei *778
Didelphys
Beutelsäuglinge 660
Brutbeutel mit Embryo *654
Didelphys marsupialis
Zitzenzahl 654
Didelphys virginianus
Trächtigkeitsdauer 636
Didymozoon 309
Diebsameisen 743
Diebestermiten 758
diffuse Plazenta 640
Dimorphismus
bei Ameise 725
Dinarda dentata 747
Vorkommen 746
Diodon 344
Dioestrum 498
Diomedea immutabilis
Brutkolonie *531
Diopsis 806
Diphylla 204
Diplonychus
Brutpflege 624 [308
Diplozoon paradoxum
Zwangsvereinigung 480
Dipsas plicatus *765
Dipteren
vivipare 623
Dismorphia 404
Dispharagus *295
Dissogonie 480
Distelfink
Nest 597
Ditrema temminckii *625
Docimastes ensifer
Schnabelform *94
Dohlen
Geselligkeit 688
soziale Schlafgewohnheiten 689
Dolichoderus
Kartonnest *737
Dolium galea 355
Donaciden
Atmung der Larven 790
Dornzifaden 389
Dorsche
Wanderungen 527
Dorylinen
Nestbau 734
Polymorphismus 725
Dorylostethus wasmanni
Mimikry *748
Doryloxenus
Termitengäste 758
Dotilla fenestrata 239
dotterarme Eier 555
Dottermagen 625
dotterreiche Eier 556
Dottersack
bei Säugetieren 637
Drahtwürmer
als Pflanzenschädlinge 55
Drepanorhynchus Reichenowi
Schnabelform *95
Dreifierbarkeit
der Tiere 928
Dreyssensia polymorpha
Einwanderung ins Süßwasser 834
Drillinge 658
Drohnen 717
Drohnenbrütigkeit 717, 722
Drohnenschlacht 722
Dromia 349
Drosselnester 597
Drosselrohrsänger
Nest *598
Druck
im Medium 820
Druckanpassungen 821
Drüsen
der Amphibien 368
Drüsenfelder
der Monotremen 636
Drüsenmagen 157
Duftapparate 437
Dugesiella hentzi
Begattung 598
Dulus dominicus
Nestkolonie 685
Dunaliella salina *840
Dunennesthocker 646
Dungfliegen 258
Dunkeltiere
Kompensationen 886
Dunkeltierfärbung 880
durchsichtige Tiere 380
Dybowskyella baicalensis 832
Dytiscus marginalis
Begattung *438

E

Eccoptogaster scolytus
Fraßgänge *64
Echeneis 276
Echidna hystrix
Embryo *635
Echinocardium 237, *237, *238

Digitized by Google

Echinodermen s. a. **Stachelhäuter**
als Benthostiere 798
Eier 555, 619
Larven 555
Echinodermenfresser 127
Echinomyia grossa
Viviparie 623 [294
Echinorhynchus *282,
Ecitomorpha simulans
Mimikry *748
Eciton vagans *735
Ectemnorhinus viridis
*818
Ectopistes migratorius
*532
Edentaten s. **Zahnarme**
Ehe
im Tierreich 465
Eheleben
der Säugetiere 470
der Vögel 468
Eiablage 563
bei Termitenköniginnen 754
der Tiere 616
bei Vögeln 604
Eiablageinstinkt 564
Eichelwurm
Ernährungsweise 236
Eichengallwespen 571
Eichhörnchen
Nahrung 86
Eichhörnchennest 615
Eidechsen
giftige 369
Höhlenbauten 337
Pflanzenfresser 47
Schwanzabwerfen 418
wasserbewohnende 791
Eiderentennest *610
Eidotter 555
Eier 555
der Ameisen 732
der Bienen 717
von Echinodermen 619
der Vögel 604
Bewachung und Versorgung 585
Färbung 383
Kälteeinwirkung 876
eiergebärende Tiere 617
Eierkokon
der Schnecken 568
der Spinnen 568
Eierkokons 559
eierlegende Säugetiere 635
eierlegende Tiere 617
Eierpakete 559
Eierräuber 148
Eierschnüre 558
Eierstöcke
von Ameisen *730
Eierunterbringung 563
Eierzahlen
bei Fröschen 620
Eigröße
Einfluß des Salzgehaltes auf 842
Eigröße u. Brutdauer 652
Eikapseln
einer marinen Schnecke *557
Eikette
von Bdellostoma stouti *558
einbrünstige Tiere 496
Einbrüter 491
Einflüsse
kosmische 763
einjähriger Staat
der Hummeln 709
einjährige Tiere 486
Einrollung
bei Tieren 346
Einsiedlerkrebse
Symbiose 268
Verschluß des Hauses 349
Eiproduktion
der Tiere 914
Eisbär 378
Brutplatz 614
Eischalen 556
Eischnüre
der Geburtshelferkröte *629
Eisfuchs 378
Eisvögel
Nestbau 595
Schnabelform 144
eitragende Frösche 629
Eizahlen
der Frösche 631
der Vögel 604
Eizahn
der Monotremen 636
der Vögel 646
Ektoparasiten 289
Klammerorgane 290
Elaiosom 741
Elateriden
Stinkapparate *373
Elefant
Methode der Wasseraufnahme 784
Elefantiasis 297, *298
Elenantilope
mit Laufsäugling *663
Elster
Nest 597
Embiotociden
Viviparie 625
embryonale Harnblase 637
Embryonopsis halticella
*818
Encyrtus fuscicollis
*310
Engerling
Nahrung 55
Enten
junge *646
Schlafgewohnheiten 691
Transport der Jungen 649
Entengrütze 651
Entenschnabel 241
Enterognathus *295
Entöken 277
der Korallen 278
der Schwämme 278
Entoparasiten 291
Entstehung
der Viviparie bei Insekten 624
Entwicklung
der Bienen 723
des Flußaales 521
der Termiten 753
der jungen Vögel 647
zyklische 862
Entwicklungsdauer
der Aallarve 523
Entwicklungsdauertabelle 482
Entwicklungsgeschichte
Einfluß des Salzgehaltes auf 842
Entwicklungsstadien
von Camponotus americanus *727
Entwicklungstheorie
von Lamarck 904
Eosinophilie 323
Epeira *178
Netzbau 171
Epeira basilica
Kokonkette *568
Epeira diadema L.
*172, *173, *174, *175
Begattung 508
Epeira quadrata
Begattung *507
Ephemera simulans
verkümmerte Mundgliedmaßen *190
Ephialtes manifestator 287
Ephydra *239
Epialtus productus 391
Epitheca bimaculata
Laichband *557
Epizoen 267 273
Epöken 267, 274
Erbsenfliege 89
Erbsenmaden *90
Erbsenwickler 89
Erdbienen
Schachtbau *706
Erdhügelnester 735
Erdnester
bei Vögeln 596, 599
Erethizon
Zitzenlage 656
Erioenemis luciana
Schnabelform *94
Eristalis
Eiablage 564
Eristalis tenax *189
Larve *189
Rüssel *104
Eristalislarve 259
Erkennungslaute
bei Herdentieren 701
Erkennungszeichen
der Herdentiere 701
Ernährung
der heranwachsenden Brut 643
des Deziduatenembryos 642
der Nachkommenschaft 569
von Säugetierembryonen 639
Ernährung u. Fortpflanzung 846
Ernährungsanpassungen
der Säuger 155 [156

Digitized by Google

Ernährungsbiologie 21
Ernährungssonderlinge 247
Ernährungstypen 192
Erscheinungen
periodische 765
Erziehung
der heranwachsenden Brut 643
der Tiere 666
der jungen Vögel 648
Eschenbastkäfer 62
Eisigälchen 260
Eubaleana glacialis *215
Eucharis multicornis
Mertensiastadium *480
Eudendrium
Heliotropismus *898
Euglossa dimidiata *114
Eulen
als Befruchtungsvermittler 122
Eumenes
Brutpflege 578
Eumenes pomiformis
Brutversorgung *584
Eupagurus constans
Symbiose *267
Eupagurus prideauxi *270
Euploea 403
Eurycorypha varia *413
Eurygnathus giganteus *390
euryhaline Tiere 826
euryphotisch 897
eurytherm 854
Eutermes tenuirostris Nasuti 752
Entoxeres aquila
Schnabelform *94
Evadne produeta *838

F

Fadenwürmer 257 s. a. **Nematoden**
Fallensteller 167
Faltenwespen
Brutpflege 578
Nachfütterung 644
soziale 711
Falterblumen 108
Familie und Herde 691
Familiengang
bei Borkenkäfern 64
Familienherde
Organisation 697
Familienherden
der Säugetiere 692
Familienleben
der Affen 694
bei Anatiden 692
bei Vögeln 692
Fangapparate
bei Planktontieren 210
der Räuber 159
der Stachelhäuter 166
bei festsitzenden Tieren 230
Fangnetz
von Hydropsyche angustipennis *183
von Neureclipeis bimaculata *180
Fangnetze *182
Farbe
der Früchte 81
im Geschlechtsleben 445
Farbenphotographie 410
Färbung
der Eier 558
des Tierkörpers durch Nahrungsstoffe 847
festsitzender Tiere 234
Färbungsanpassung
aktive 408
Farbwechsel 408
bei Virbius varians 409
nächtlicher 896
Fäulnisbewohner 257
Faultier *264
Faultiere
Algensymbiose 265
Nahrung 50
Fazies
Anpassungen 801
des Landes 808
des Meeres 801
des Wassers 800
Federlaus 248
Federlinge 248
Federwechsel
Periodizität 866
Feigenwespen 120, *122
Feindschaft
bei Tieren 691
Felchen
Nahrung 135
Felchenkiemenfilter *213
Feldhasen
Einführung in Argentinien 193
Feldmaus
Nahrung 53
Feldwespe
Nest *712
Felis tigris bengalensis *164
Felsenhuhn
Balzen 454
Felsenschwalbe
Mutualismus 683
Nester *601
Fennek 377
Fernwaffen 160
Fettfresser 249
Fettschabe 249
Fettvogel *602
Feuchtlufttiere 768
Feuchtigkeitseinwirkung
auf Tiere 873
Feuersalamander
Viviparie 632
Ficalbia dofleini *325
Ficus carica
Befruchtung *120
Fieber
bei Parasiteninfektion 326
Fierasfer 280
Filaria
Zwergmännchen 310
Filaria medinensis 298
Filaria sanguinis hominis 297
Filtriervorrichtungen
bei Planktontieren 210
an Vogelschnäbeln 241
Finnen 298
Fische
Anpassungen 800
Anpassungen an Druck 822
Begattung 472
als Benthostiere 800
Eiablage 567
einjährige 491
Farbwechsel 410
Flossenstachel 346
gesellige 695
insektenfressende 186
Kämpfe 461
Kopulationsorgan 626
Laichplätze 523, 527
Liebesspiele 435
Massenversammlungen 681
Nester 586
paarweises Zusammenleben 467
pflanzenfressende 35
Pigmentierung 878
planktonfressende 213
Polygamie 473
Prunkfärbung 445
Salzgehalt der Körperflüssigkeiten 829
Schlaf 893
Stimmen 438
Viviparie 624
Wanderungen 519
Warnfarben 374
Fischegel *202
Fischfresser 142
Bezahnung 155
Darmschutz 427
Fischmännchen
Brutpflege 626
Fischschwärme 687
Fischwanderungen 527
Fischzucht
künstliche 473
Fissurella *813
Fitzroyia
Viviparie 625
Flamingo
Brutkolonie *688
Schnabel und Zungenform *241
Flamingonest *600
Flechtennachahmung 384
Flechtenfresser 38
Flechtenkäfer *384
Flechtenspinner 38
Flechtnester
der Vögel 598
Fledermaus
Nahrung 53
Fledermäuse
als Blütenbesucher 96
blutsaugende 204
Brunst und Befruchtung 494
Fruchtsauger 53
Fleischfliege 253
Fliegen
als Honigsauger 105
blütenbesuchende 104
blutsaugende 195
fliegen lernen 667

Digitized by Google

fliegende Hunde
soziale Schlafgewohnheiten 689
Flimmerepithel u. Körperreinigung 419
Flöhe 196
Körperskulptur 196
Flohkrebs
Nahrung 37
Flohlarven
Ernährung 244
Nahrung 190
Floscularia *233
Flucht
der Tiere 329
Fluchtbewegung
der Nestflüchter 648
Fluchtmethoden 330
Flugbeutler *808
Flügel u. Flugform 806
flügellose Insekten
windreicher Gebiete 818
Flughöhen
der Zugvögel 544
Flughunde
Nahrung 53
Flugleistungen
der Zugvögel 544
Flugtiere 804
Gewicht 804
Herabsetzung des Körpergewichts 804
fluktuierende Variationen 915
Flunder
im Süßwasser 835
Flußaal
Wanderung 520
Flußkrebs
Brutpflege 621
Flußkrebse
als Bodenbewohner 774
Flußperlmuschel
Verbreitung 837
Flußpferd 793
Flußseeschwalbe
Nest 596
Flußtiere 816
Flußwanderung
von Meeresfischen 528
Follikelsprung 494
Foraminiferen
als Benthostiere 798
Formica
Haufen 736
Formica exsecta
Arbeiterinnen *724
Hügelnest *734
Formica sanguinea
Frühjahrs- u. Winternest 734
Formicoxenus nitidulus
Gastameisen 743
Formwiderstand
bei Flugtieren 805
Fortpflanzung
der Monotremata 635
der Pelzrobbe 478
Periodizität 486
Fortpflanzungsfähigkeit
u. **Wachstum** 480
Fortpflanzungsmethoden
sessiler Tiere 235
Fortpflanzungszeiten 486
Fortpflanzungszeitentabelle 487
Fraßgänge
von Eccoptogaster scolytus *64
von Ips typographus *60
Freßinstinkt
der Nestflüchter 648
Freundschaft
bei Tieren 691
Fritfliege 43
Frösche
Brutpflege 591
Eierzahlen 620, 631
eitragende 629
Nestbau 591
Trockenstarre 781
Umarmung 495
Froschregen 782
Fruchtbarkeit
bei Meloë 676
der Nestparasiten 678
der Parasiten 313
Fruchtblase 637
von Cercocebus cynomolgus *642
des Schweins *638
Fruchtfresser 80
Neigung zur Omnivorie 80
Fruchtminierer 87
Fruchtparasiten 87
Fruchtsauger 205
Fruchttauben 84
Fruchtwasser 637
Frühjahrshering *524
Frühlingszugursachen 550
Fuchs
Igel überlistend *353
Fuchsfamilie
vor dem Bau *668
Fugugift 365
Fühlersprache
bei Ameisen u. Termiten 759
Führung
beim Wanderflug 553
Fundortkonstanz 513
Furchenwale 217
Furcht
vor dem Menschen bei Tieren 668
Futterplatz
australischer Vögel 134
Fütterung
gegenseitige bei Ameisen 740
der Larven bei Termiten 757
der Nesthocker 650
der jungen Vögel 651

G

Gabelbock
Herdenbildung 696
Galago agisymbanus
diffuse Plazenta *637
Galeichthys
Maulbrüter 627
Galeodes caspius
Begattung 504
Brutversorgung 585
Galeodes orientalis *504
Gallen
von Rädertieren 37
des Rädertiers Notommata werneckii Ehrb. an Vaucheria terrestris *38
Gallenbildungen 571
Galleria mellonella 249
Gallerthüllen
der Eier 558
Gallfliegen 571
Pilznahrung 71
Gallinsekten 573
Gallwespen 571
Galtonsche Kurven 916
Gambusia
Viviparie 626
Gammarus pulex
Nahrung 37
Gardasee
Fauna 832
Gastameisen 743
Gäste
der Termiten 758
Gasterosteus aculeatus
Nestbau *589
Gasterosteus spinachia
Nestbau *588
Gastropacha 368
Gastrophilus equi
Larven *285
Gänsegeier 250
Gärkammern
im Wirbeltierdarm 265
Gärten
der Ameisen 735
Gärung
tierische 304
Gärungswärme
beim Brutgeschäft der Großfußhühner 608
Gazellenherden *701
Gebärmutter 637
Gebiß
als Reinigungsorgan 422
der pflanzenfressenden Beuteltiere 50
Gebißplatte
von Trygon *131
Geburtsakt
der Säugetiere 643
Geburtshelferkröte
mit Eischnüren *629
Temperaturexperimente 874
Gecarcinus ruricola
Brutpflege 622
Gedächtnis
der Tiere 927
Gegengifte
gegen Parasiten 322
Gehäuse 348
Gehirndurchschnitte
der Ameisen *725
Gehirne [673
der Schmarotzerhummeln
Gehör
der Nestflüchter 647
der Nesthocker 650
Gehörsinn [438
im Geschlechtsleben 432,
der Laufsäuglinge 663

Digitized by Google

Gelbaal *520
Gelbrand
Begattung *438
Gelege 604
Gelegenheitsnahrung 188
gemeinsame Überwinterung
solitärer Bienen 707
gemischte Kolonien
der Ameisen 743, *745
Gemmulae 778
Generationswechsel
bei Parasiten 317
Geotaxis 810
Geophagus brasiliensis
Maulbrüter 628
Geophagus scymnophilus
Maulbrüter 628
Geotropismus 809
Geotrupes stercorarius
Brutversorgung *576
Geradflügler s. **Orthopteren**
Geruch
widriger 365
Geruchssignale
bei Herdentieren 700
Geruchssinn
im Geschlechtsleben 431, 437
Gesang
der Vögel 440
Geschlechter und ihre Vereinigung 429
geschlechtliche Zuchtwahl 500
Geschlechtsbestimmung
durch Nahrung 849
Temperatureinfluß 875
Geschlechtsdimorphismus 472
Geschlechtsdrüsen
Reifung 492
Geschlechtsleben
Gehörsinn 438
Geruch und Gehör 432
Geruchsinn 437
Gesichtssinn 444
Lichtproduktion 448
chemische Produkte 437
Tastsinn 433
Geschlechtsmerkmale
sekundäre 502
Geschlechtsperiodizität 485
Geschlechtsreife 479
Geschlechtstiere
der Ameisen 728
der Termiten 753
Geschlechtstrieb und Wanderung 518
Geschlechtsverhältnisse
der Parasiten 309
Geschmack
widriger 365
Geschwätze
der Vögel 441
gesellige
Tiere 683
Amphibien 687
Fische 686
Raupen 683
Reptilien 687
Säugetiere 685
Vögel 684, 688
Gesellschaftsbildung
im Tierreich 679
Gesichtssinn
im Geschlechtsleben 444
der Lausäuglinge 663
Gespensterheuschrecken
Jagdmethode 164
Gespinste
als Schutzmittel 334
Gespinstmotte 334
Gespinstnester
der Ameisen 737
Gewebe
von Oecophylla smaragdina *739
Gewebegifte 364
Gewebeparasiten 298
Gewichtsabnahme
beim Hunger 845
Gift
der Nesselkapseln 360
Giftapparat
der Honigbiene *564
Giftbisse 162
Gifte
der Parasiten 322
Giftfestigkeit
bei Tieren 369
Giftfrüchte
als Tiernahrung 84
Gifthaare 362
giftige Tiere 363
Giftigkeit
der Spinnen 162
der Tausendfüßler 161
der Tintenfische 160
der Toxoglossen 153
Giftpedicellarien 361
Giftpflanzen
Insekten, angepaßt an sie 187
Giftraupen 362
Giftschlangen 368
Giftspeien
der Schlangen 369
Giftspucken
bei Schlangen 369
Giftstachel 362
Giftwaffen 161
Gigantactis sp.
Leuchtorgan *890
Gigantactis vanhöffeni
Gimpel [800
Nest 597
Giraffe
Nahrung *50
Glanzhuhn
Balzstellung *448
Glasaal 522
Glasschwämme
als Stillwassertiere 811
Glastiere 380
Glattwale 216
Gleichgewicht
der Planktontiere 802
Gletscherfloh
Ernährung 244
Globigerina *343
Globiocephalus 836
Glossina s. **Tsetsefliegen**
Glossina morsitans *197
Glossina palpalis *196
Larve und Puppe *624
Glossinen
vivipare 623
Glyphotaelius *347, *348
Gnuherden
weidende *694, *695
Gobiiden
Brutpflege 589
Goldfischrassen
japanische *911
Goldregenpfeifer
Wanderweg *542
Goldwespe *672
Goldwespen
Brutparasitismus 673
Gonaden
Reifung 493
Gonangien 561
Gonangienstand
von Lafoea dumosa *562
Gonangium
von Calvinia mirabilis *560
Gonophoren 561
Gorilla
Familienleben 694
Nest 616
Gorillafamilie *692
Gorytes
Brutparasitismus 672
Gottesanbeterin *394
Kokon *560
Grabwespen
Mundteile 111
Graphosoma lineatum L. *98
Grastiere
Färbung 379
Grönlandwal *215
Großfußhühner
Brutgeschäft 606
Grubenwurm
Bleichsucht erzeugend 322
Entwicklung 299
Gründler 241
Grünfink
Schnabelform *82
Grottenolm
Augen 884
Guira
Brüten durch Gärungswärme 678
Gurami
Nestbau 589
Gürtelplazenta 641
des Iltis *640
Gürteltier *347
Gyge branchialis *310
Gymnarchus niloticus
Nest *587
Gymnodinium *218

H

Haarabwurf
bei Säugetieren 865
Haarkleid
der Bienen 110
Rückbildung bei Wassersäugern 795

Digitized by Google

Haarwechsel,
Periodizität 866
Habrocestum splendens
Balzstellung *510
Haemadipsa ceylonica
*205
Haematopota pluvialis
Meig. *195
Haemocera danae *305
Haemolysine
bei Parasiten 321
Haftvorrichtungen
der Eier 558
Hai
Eikapsel *557
Haie
als Einwanderer im Süßwasser 835
Nahrung 132
Viviparie 624
Haiembryonen
Uterusnahrung 635
Haifischei *625
Hakenschlagen 330
Halecium arboreum
Eier *562
Halicore
Nahrung 36
Halictus
Bautätigkeit 707
Halictus morio
gemeinsame Überwinterung 707
Haliotis 813
Halmwespe 57
Halobates 838
Halobates micans *791
Halobien 840
halophile Tiere 840
halogene Tiere 840
Halteria rubra *218
Hammerkopfflughund 205
Hamster
Nahrung 86
Hamsterbauten 613
Handlungen
der Tiere 926
Hängenester
der Vögel 598
Harnblase
embryonale 637
Harzgalle *572
Haselnußmade *88
Hatteria
Synöken 275
Haubenlerchen
der Wüste 378
Haubentaucher
Nest *596
Transport der Jungen 649
Hauptnahrung 188
Haushahn
Sporn *462
Haussperling
Ausbreitung in Amerika *546
Haustaube
Kropf *156
Haustiere
der Ameisen 748
verwilderte 16
Haustierzucht 908
Hautatmung
bei Wasserbewohnern 769
Hautgifte 368
Hebella calcarata *262
Hefepilze
symbiotisch bei Insekten 266
Heimatliebe
der Vögel 612
Heißwassertiere 851
Hektokotylus 506
Heliconinen 404
Heliotropismus *898
Helix
Nahrung 38
Helix pomatia L.
Liebesspiele *434
Nahrungsquantum 46
Heloderma 163, 369
Hemipoden
Brutgeschäft 602
Henicognathus leptorhynchus
Schnabelform 56
Herbstzugsursachen 548
Heerwürmer 517
soziale 697
Herde u. Familie 691
Herden
Arbeitsteilung 698
kombinierte 699
männliche 696
organisiertes Handeln von Tieren 686 [698
weibliche 696
Herdenanführer 697
Herdentiere
Verständigungsmittel 699
Herdenzusammensetzung 695
Heringsbänke 524
Heringsrassen 525
Heringsrassentabelle 526
Heringsschwärme 686
Heringszüge 524
Hermaphroditen 429
Hermaphroditismus s. Zwittrigkeit
Hermelin 378
Herpestes mungo Gm. *19
Herzigel
Lebensweise 237, *238
Hessenfliege 43
Hestia 403
Heterotis
Brustpflege 588
Heterocentrotus mammillaris 815
Heterodera schachti 571
Heterogonie
bei Parasiten 317
Heuschrecken
Ähnlichkeit mit Untergrund 382
Blattnachahmung 387
Farbwechsel 410
Nahrung 40
Mimikry 398
der Wüste 377, 378
Heuschreckeneier *564
Heuschreckenkrebs
mit Eierballen 621
Heuschreckenkrebse
Nahrung 142
Heuschreckenzüge 517
Heuwurm *2
Hexactinelliden
als Stillwassertiere 812
Hierococcyx sparveroides
Brutparasitismus 678
Hilfeleistung
der Hummeln 710
Hilfsweibchen
der Hummeln 708
der Wespen 711
Himmelsgucker *331
Hippokampiden
Bruttaschen 626
Hirudo medicinalis *204
Hirundo erythrogaster
Zug 542
Hirundo gutturalis
Zug 541
Hirundo rustica
Nest 599
Zug 541
Hirundo tyleri
Zug 542
Hochbrunst 497
Hochgebirgstiere
Anpassungen 820
Hochzeitsflug
der Ameisen 728
der Bienen 721
der Insekten 519
der Wespen 711
Hochzeitskammer
bei Termiten 755
Hochzeitskleider 445
Hodotermes ochraceus
Arbeiter *752
König *752
Hodotermes turkestanicus *755
Höhenkrankheit 820
Höhlen
der Säugetiere 614
Höhlenbauten 337
Höhlenbrüter
Eifarbe 383
Höhleneulen 275
Höhlenfische
blinde 885
Höhlengarnele *882
Höhlenkäfer *889
Höhlenkrebs *883
Höhlennester 595
Höhlenschnecke *881
Höhlentiere
Pigmentmangel 880
Holothurien s. a. Seewalzen
Brutpflege 620
Holothurienlarve *556
Holzbienen
gemeinsame Überwinterung 707
Holzbock *199
Holzbohrer 34
holzbrütende Borkenkäfer 66
Holzbrüter 60
Holzfresser 58 [59
Ausnützung der Nahrung

Holzläuse 244
Holzminierer 58
Holznahrung
der Termiten 74
Holznester 735
der Ameisen 735
Holzwespen
Nahrung 59
Honig
als Tiernahrung 92
Honigbiene
Giftapparat *564
Kopf *118
Mundteile *117
Sammelapparat 114
Staatenbildung 716
Honigbienenrüssel
Querschnitt *118
Honigfresser 93
Honigsaugen
der Fliegen 105
Honigtöpfe
der Ameisen 727, *729
bei Hummeln 708
Hormone 493
Hornfresser 249
Hornissennest *713
Hornkorallen
Schutzmittel 354
Höschen
der Bienen 114
Hosenbiene *113
Huenia proteus 391
Huftiere
Familienherden 692
Laufsäuglinge 662
pflanzenfressende 51
Wanderungen 518
Hügel
von Termes obscuriceps *756
Hügelnest
von Formica exsecta *734
Hühnerrassen 910
Hühnervögel
Kämpfe 462
Huia ♂ u. ♀ *469
Hüllen
der Eier 558
Hummelkönigin 708
Hummelmännchen 709
Hummeln
Rüssellänge 115
Sammelapparat 114
Hummelstaat 708
Humusfresser 245
Hundebandwurm 319
Hundefilarie 317
Hundefloh
Gefährlichkeit 198
Larve *244
als Zwischenwirt von Bandwurm 319
Hungerfähigkeit
der Tiere 845
Hutschlange 372
Hyalodaphnia
Temporalvariation *867
Hyalonema sieboldi *261
Hyänen
Nahrung 250
Vagina 492
Hyas araneus *411
Hydra
Nesselkapseln *358
Hydra viridis
Symbiose 263
Hydractinia sodalis *268
Hydrocampa nymphaeata 788
Hydroidpolypen
Eier 562
Geotropismus 810
Symbiose 262, 268
des bewegten Wassers 815
Hydrophinae
Viviparie 634
Hydrous caraboides
Kokon *790
Hyla evansii
Rückenbrüter 630
Hyla faber
Brutpflege 590
Hyla goeldii
Brutpflege *629
Hylambates breviceps
Brutpflege 631
Hylesinus fraxini Panz
Ausflugslöcher *63
Eschenbastkäfer *62
Fraßgänge *61, *62
Hylodes
Brutpflege 592
Hymen 492
Hymenopteren
Bauten 583
blattfressende 42
als Blütenbesucher 109
wasserbewohnende 787
Hypoconcha 351
Hypoderma bovis *283
Hypoderma diana 285
Hyponomeuta 334
Hypsignathus 205

J

Ibacus ciliatus *346
Ichneumoniden
s. **Schlupfwespen**
Ichthyophis glutinosus 592
Ichthyophthirius 313
Icius
Tanz 510
Icius mitratus
Tanzstellung *510
Igelbau 615
Igelfisch *346
Illysiidae
Viviparie 634
Iltis
Gürtelplazenta *640
Immen
als Blumenbesucher 110
Immunität
der Parasiten 324
gegen Schlangengift 369
Indecidnaten 638
Individuenzahl
im Ameisenstaat 732
im Bienenstaat 716
im Hummelnest 709
im Wespennest 711
Infusorien
als Fischnahrung 124
pflanzenfressende 30
räuberische 124
Inia 836
Insekten
aasfressende 252
Anpassung an Blumen 101
Autotomie 418
Begattung 471
Begattungszeichen 501
als Blumenbesucher 97
Brutparasitismus 671
Brutversorgung 573
Eiablage 565
Eierkokons 559
flügellose windreicher Gebiete 818
Geruchsorgane im Geschlechtsleben 431
Geschlechtsreife 481
Gifthaare 362
Hochzeitsflug 519
Hochzeitskleider 447
Kämpfe der Männchen 461
Kotähnlichkeit 392
marine 790
im Meer 837
paarweises Zusammenleben 467
parasitische 286
pflanzenfressende 40
als Schädlinge 42
schneckenfressende 131
soziales Leben 759
soziale Sprache 759
soziale Staatenbildung 708
spinnende 180
staatenbildende 703
Warnfarben 375
Wasseratmung 786
widriger Geruch 366
Verfolger 412
vivipare 623
insektenfressende Pflanzen
Parasiten 324
Insektenfresser 136
Nahrung 141
Insektenfresserbauten 613
Insektenstaaten
Ursprung 703
Insektenwanderungen 515
Instinkt 925
der Bienen 717
der Eiablage 564
bei Hummeln 710
zum Nestbau 612
der Nestflüchter 646
der Nesthocker 650
der sozialen Insekten 759
Instinkt und Erziehung
bei Vögeln 649
Instinkt und Lernen 668
Instinkt u. Mimikry 414
Instrumentalmusik
der Tiere 443
Intelligenz
bei Tieren 928
intermediäres Plankton 802

Digitized by Google

Ips typographus
Fraßgänge *60
Irrgäste 547
Isopiptesen 538
Isopoden
Aasfresser 251
Zwergmännchen 311
Ixodes ricinus *199
Stechrüssel *201

J (j)

Jacana jacana
Tanz *455
Jagd der Ameisen 740
Jagdgewohnheiten
soziale 184
Jagdmethoden 185
Jagdspiele 669
Jaguar
Nahrung 151
Jahreszeitenwechsel
Einfluß 862
Jassanas
Tanz *455
Julus fallax Mein. *185.
Jungenzahl 657
Jungschwarm 687

K

Kalkgehalt
des Süßwassers 837
des Untergrunds, Einfluß auf Schnecken 847
Kalkkörper
als Schutzmittel 353
Kallima 388
Kaltblüter 856
Kälte u. Riesenwuchs 876
Kälteformen
bei Schmetterlingen 871
Kältetiere 850
Kältewirkungen 872
Kabinettskäfer *256
Kachuga tectum 792
Kaempfferia Kaempfferi de H.
Riesenkrabbe *126
Käfer
blinde 884
blütenbesuchende 103
Nachahmung 400
pflanzenfressende 40
Temperaturexperimente
vivipare 623 [878
Warnfarben 375
Käferlarven
Pilznahrung 72
Käferschnecken
Brandungstiere 812
Kaffeekäfer 71
Kaiserpinguin
mit Jungem *612
Kaiser-Wilhelmskanal
Besiedlung mit Meerestieren 834
Kakadu
Nahrung 85
Kakaokäfer 58
Kamine
der Termitenbauten 757
Kammapparat
bei Insekten 421
Kampf
der Tiere 326
ums Dasein 916
Kämpfe
der Männchen 461
der Säugetiermännchen 465
Kampffisch 462
Nestbau 589
Kampflust
der Ameisen 742
Kampfspiele 670
Kampfstellungen
der Attiden *511
Känguruh
Beutel 654
Putzkralle *423
Zitzenzahl 654
Kanarienvogelrassen 910
Kaninchenbauten 613
Kantharidin 364
Kapselwurm 90
Kartonnester
der Ameisen 736
Kartonwespen
Nestbau 714
Karunkel 540
Käsefliege 253
Kaspisches Meer
Fauna 831
Kasten
im Ameisenstaat 727
im Termitenstaat *752
Kastration
parasitäre 326
Kasuare
Brutgeschäft 602
Kehlsackbrüter 632
Kellerassel 774
Ernährung 245
Nahrung 37
Kerguelen
flügellose Insekten 819
Kernbeißer
Schnabelform *82
Kessel
der Ameisen 731
Kiebitz
Tanz *456
Nest *596
Kiebitzjunge *648
Kiel chuppen
der Heringe *525
Kiemenfilter 213
beim Felchen *213
Kiemenöffnungen
Schutz 426
Kiemenreuse
der Schleihen *212
Kilch
Trommelsucht 822
Kirschenfliege 88
Kirschkernbeißer
Nest 597
Kiwi
Ernährung 128
Klassschnabel
von Anastomus lamelliger *133
Klammerreflexe
der Säuglinge 661
Klappern
der Störche 443
Klapperschlange *371
Kleidermotte 248
klettern lernen 669
Kletterwerkzeuge
der Waldtiere 808
Klima u. Temperatur 849
Kloakentiere
Fortpflanzung 635
Milchdrüsen 653
Knochenfische
Viviparie 625
Köcherfliegen s. a. **Trichopteren**
Gehäuse *348, *349
Kohlrabikörperchen
aus den Pilzgärten von Atta fervens *77
Kokon
von Hydrous caraboïdes *790
Kokonbeutel
von Bombyx radama 683
Kokons 335
Kokosnußfresser 86
Kokosnußräuber *32
Kolbenkopfameise
Soldat *728
Kolibri
Nest 593
Schnabelform *94
Zunge *96
Kolonie
von Acanthomyops *782
Koloniebildung
bei Bibern 684
Kolostrum 659
kombinierte
Herden 699
Nester der Ameisen 736
König
der Termiten 753
Königin
der Ameisen 724
der Bienen 716, 721
der Hummeln 708
der Termiten 753
der Wespen 711
Königinzelle
der Termiten *754
Konstanz
der Variationskurven 918
konzentrierte Nester
der Termiten 756
Kopepoden
parasitische 290
Zwergmännchen 310
Kopf
der Honigbiene *118
Kopflaus *199
Kopulation
von Canthocamptus crassus *503
Kopulationsorgan
bei Fischen 626
Korallen
Abhängigkeit von Klarheit des Wassers 801
des bewegten Wassers 814
Entölen 278
Korallenfresser 125
Korallengallen 278
Korallennachahmung 386
Korallenpolypen 275
Korallenriffbewohner 276

Digitized by Google

Korallenriffe 223
Korallenschlangen 374
Körbchen
der Bienen 114
bei Euglossa 115
Körnerfresser 82
Schnabelformen *82
körnersammelnde Ameisen 740
Kornkammern
der Ameisen 740
Körperflüssigkeit
Salzgehalt 28
Körpertemperatur
der Wale 796
kosmische Einflüsse 763
Kotähnlichkeit
bei Insekten 392
bei Spinnen 393
Kotbewohner 257
Kotelydonen 610
Kothaufen
der Regenwürmer *245
Kottiden
im Baikalsee 832
Koypu
Zitzenlage 656
Krabben
Symbiose mit Actinien 272
als Vogelfresser 146
Autotomie 417
Brutpflege *622
Maskierung 410
sandfressende 239
Tangähnlichkeit 391
Krähen
Geselligkeit 684
Krallenäffchen
Schlafgewohnheiten 691
Kraniche
auf dem Zug *513
Krankheitserreger 326
Kratzer 294
Krätzmilbe *292
Gift 323
Krebse
Anpassungen 800
Autotomie 417
Begattungszeichen 501
als Benthostiere 709
blinde 884
der Brandung 814
Brutpflege 621
Kämpfe der Männchen 461
paarweises Zusammenleben 467
pflanzenfressende 33
als Pflanzenfresser 33
Putzapparate 420
sandfressende 239
des tropischen Strands 773
Zwangsvereinigung 430
Krebsegel 251
Krebsfresser 135
Kreuzotter
Viviparie 634
Kreuzschnabel *552
Kreuzspinne *172, *173, *174, *175, *177
Spinnwarzen *179
Kriegszüge
bei Ameisen 744
Kristalltiere 380
Krokodile
Menschenfresser 328
Nahrung 143
Trockenstarre 781
Krokodilwächter 277
Kropf
einer Haustaube *156
Kröpfe 157
Kropfmilch
der Tauben 645
Kropftaube 909
Kröten
Giftdrüsen 368
Kryptogamenfresser 38
Kuckuck
Nestparasitismus 676
Polyandrie 679
Kuckuckspeichel 785
Kuhvögel
Nestparasitismus 678
Kulturschädlinge
Ausbreitung 194
künstliche Zuchtwale 908, 911
Kupfergluckе 388
Kurtus gulliveri
Brutpflege *627

L

Laacherseefelchen
Kiemenfilter *213
Labrax mixtus
Brutpflege 590
Lacerta vivipara
Viviparie 633
Lachesis
Färbung 395
Lachesis lanceolatus
Viviparie 634
Lachmövennest *613
Lachs
beim Laichakt *472
Laichplätze 528
Lachsschuppe *766
Lachswanderung 528
Ladogasee
Fauna 832
Lafoea dumosa
Gonangienstand *562
Lagersäuglinge 360
Lagostomum trichodactylus
Bauten 685
Laichbänder 558
Laichgrube
des Lachses *588
von Semotilus atromaculatus *597
Laichmarken 767
Laichplätze
der Aale 521
der Fische 524, 527
Laichschwarm 687
Laichstränge
der Tintenfische 559
Lamarcksche Theorie 904
Lamniden
Bruternährung 625
Lampyriden 448
Landasseln 773
Landblutegel *205
Landplanarien *128
Ernährung 127
Pilzfresser 39
Landtiere
Dämmerungsaugen 887
Lanzettschlange *163
Laphria gibbosa L. *194
Larve
des Ameisenlöwen *169
der Biene *722
von Eristalis tenax *189
von Meloë *676
von Oecophylla smaragdina *739
von Sitaris *675
Larve u. Puppe
von Glossina palpalis *624
Larven
der Aale 522
der Ameisen 732
der Echinodermen 566
der Wespen 712
Larvenfütterung 722
bei Termiten 757
Larvengänge
Eschenbastkäfer *62
Lasiocampa quercus
Nahrungswechsel 848
Lasiurus
Zitzenzahl 658
Lasius
Straßen 739
Lasius fuliginosus
Nestbau 736
Lasius niger
Erdhügelnest *735
Latrodectes 376
Laubfrösche
Warnfarben 375
Laubenvögel 457
sägezähnige, Spielplatz *467
Laufkäfer
Geruch 366
Laufsäuglinge 661
Läuse 198
Lausen der Tiere 425
Lautäußerungen
bei geselligen Tieren 701
Leander xiphias
Putzfuß *420
lebendgebärend 623 s. a. **vivipar**
lebendgebärende
Neuropteren 623
Skorpione 622
Tiere 618
Lebensdauer
der Ameisenkönigin 732
Lebensgemeinschaften 13
Lebensgewohnheiten 8
der solitären Apiden 703
Lebensraum 2
Lebensweise u. Zitzenstellung 656
Lebias calaritanus *840
Lehmbauten
der Hymenopteren 584
Legebohrer 565
Legestachel 565
Lehmnester
der Vögel 598

Digitized by Google

Leichenmilben *255
Leichenwürmer 249, 254
Leiopus nebulosus L.
Blütenanpassung *102
Lepidosiren
Sommerschlafnest *780
Lepidosiren paradoxus
*768
Leptinotarsa
Formänderungen *872
Leptocephalus 522
Leptodactylus
Brutpflege 591
Leptoptilus *251
Leptothorax emersoni
Gastameisen 743
Lerchen
Nest 596
Lernaea branchialis
*291, *313
Lernen
der Tiere 667
Lestes dryas
Eiablage *567
Leucaspius delineatus
Brutpflege 586
leuchtende Tiere 889
Leuchtfähigkeit 448
Leuchtinsekten 448
Leuchtorgane 449, 888
Bedeutung 891
Lockmittel 392
Libellen
Nahrung 137
Lichmetis (Cacatua) nasica (Schnabelform) *56
Licht u. Färbung
der Tiere 879
Licht u. Pigment 878
Lichteinfluß
auf Tiere 877
Lichtmangel
Wirkung auf Augen 882
Lichtmangel u. Pigmentmangel 881
Lichtproduktion
im Geschlechtsleben 448
der Tiere 889
Liebesleben
der Tiere 429
Liebesspaziergang
bei den Termiten 755
Liebesspiele
der Schnecken 435
Ligusterschwärmer *106
Lilienkäfer
Kothülle 352
Limnaea stagnalis
Einfluß des Volumens 819
Limnäen
der Tiefsee 786
Limnocnida tanganjicae
*836
Limnoria terebrans *33
Bohrgänge *34
Linguatula serrata *293
Linguatuliden 293
Linsenkäfer 89
Lipoa ocellata
Nestbau 607, *608
Liponeura brevirostris
*816
Lippen
der Fliegen 105
Lippenbär
Nahrung 54
Lippfisch
Brutpflege 590
List
bei der Flucht 330
der Mütter 665
Lithinus nigricristatus
*384
Lithobius forficatus *184
Lithobiden
Panzerschutz 349
Lithophagus 243
Lockfarben 392
bei Mantiden 395
bei Schlangen 395
bei Spinnen 393
Lockruf 438, 439
Lock- u. Warnungsrufe
der Viscacha 685
Löffelente
Schnabelform *240
Löffelchen
der Bienen 117
Loligo
beim Fischfang *160
Lomechusa
Ameisengast 750
Lomechusa strumosa
Symphilie *748
Lophobranchia
Bruttaschen 626
Lopholatilus chamaeleonticeps 514
Lophyrus similis *334
Löwen
Menschenfresser 328
Lubomirskia 832
Luchse
Höhlen 614
Lucifuga subterranea
*885
Lucilia macellaria 283
Luftlöcher
der Borkenkäfer 65
Lufttiere 767
nächtliche 895
schwebende 803
Lumbriculus
Schlammröhren *238, 239
Lummen
brütende 687
Lungenfisch 768
Brutpflege 586
Lungenfische
Nahrung 132
Lungenpalissadenwürmer 314
Lycosa saccata
Begattung *506
Lycosidae
Brutpflege 622
Lycothenthis diadema
mit Leuchtorganen *891
Lymantria monacha
wipfelnd *681
Lyonetia clerkella 43
Lyroda subita
Nachfütterung 644

M

Macacus rhesus *158, *159
Macropharynx
Wanderung 520
Macropteryx longipennis
Nest 610
Macropus giganteus *656
Macropus longimanus L.
*192
Maden
der Ameisen 732
Maeandrina *225
Magen
von Vögeln *157
Maifisch
Wanderung 528
Maikäferjahre 491
Maiwurm s. a. Meloë
Blut 366
Maiwürmer
Brutparasitismus 675
Makropoden
Nestbau 589
Malacosteus indicus
Leuchtorgane *892
Malariaparasit 319, *320
Malariaüberträger
Anopheles maculipennis *196
Mälarsee
Fauna 832
Males
Brutgeschäft 606
Mallophagen 248
Malmignatte 376
Mammut
Haarkleid 855
Manatus
Nahrung 36
im Süßwasser 836
Männchen
Auszeichnungen 448
der Ameisen 724
der Bienen 717
der Fische bei der Brutpflege 586
der Hummeln 709
der Vögel bei der Brutpflege 649
der Wespen 711
Männchen und Weibchen
brutpflegend 603
Männchenfutter 191
Männchennest
beim Zaunkönig 602
Männchenteilnahme
am Nestbau b. Vögeln 602
männliche
Aktivität 431
Herden 696
Mantiden
Blumenähnlichkeit 395
Mantis religiosa *394
Kokon *560
Mantophryne robusta
Brutpflege 629
Marabus
Aasfresser 251
marines Plankton
Marktfresser 57
Marknester
der Ameisen 735

Digitized by Google

Marmosa grisea
Zitzenzahl 654
Marptusa familiaris
Balzstellung *510
Marsupium 653
Masaridae
Honigsammeln 584
Nachfütterung 644
Maskierung
bei Krabben 410
Massenversammlungen
von Meerestieren 680
im Tierreich 679
veranlaßt d. Nahrung 183
Maxillasiel 774
Ernährung 245
Maulbrüter
bei Fischen 627
Maulwurf
Höhle und Gänge *338, *339, *340
Nahrungsvorräte 129
Maulwurfsbauten 614
Maulwurfsgrille
Brutbewachung 585
Mäusebauten 613
Mauserung
der Vögel 865
Mausvögel
Schlafgewohnheiten 691
Medium 767
bewegtes 811
chemische Zusammensetzung 823
unbewegtes 811
Medium u. Substrat 796
Medusen
marine im Süßwasser 834
Parasiten 275
planktonfressende 211
räuberische *209
wurzelmündige *211
Meerechse *35
Meeresfische
Flußwanderungen 528
im Süßwasser 835
Wanderungen 520
Meeresinsekten 790
Meerestiere
Einwanderung ins Süßwasser 833
Fortpflanzungszeiten 486
Leuchtorgane 888
Massenversammlungen
Urnahrung 23 [680
Meerschweinchen
trächtiger Uterus *641
Meerwasser
Salzgehalt 823
Meerwassertiere 825
Megacephalum maleo 606
Megachile
Bauten 583
Megachile cetuncularis *705
Megalopharynx longicaudatus *214
Megapodiden
Brutpflege 606
Megapodius brenchleyi 607
Megapodius duppenyi
Nesthügel 609
Megapodius pritchardi 607
Megapodius wallacei 607
Mehlwurm
Wasserbedarf 58
Meiselschnabel 82
Melanismus
bei Käfern 873
bei Schmetterlingen 868
Melecta
Brutparasitismus 672
Melecta und Meloë 676
Melia tessellata
Symbiose *272
Meliphagidenzungen *97
Melipona
Nest *715
Meliponinenstaat 716
Meloë
Brutparasitismus 675
Meloë majalis
Brutparasitismus 675
Meloë olivieri *393
Meloë proscarabaeus
Brutparasitismus *676
Melophagus ovinus
Viviparie 624
Menschenfloh *198
Menschenfresser 328
Menstruation 493, 496
beim Menschen 498
Mephitis 369
Meringosphaera divergens *218
Merops philippinus *141
Mertensiastadium
von Eucharis multicornis 480
Mesembrina meridiana
Viviparie 623
Messor
Polymorphismus 725
Methoden
des Netzbaues 172
Metoestrum 497
Microcometes
Cyste *776
Microglossus aterrimus
Schnabelform *56
Miesmuschel
Giftigkeit 364
junge *273
Mikrophyle 558
Milch
der Monotremen 659
Milchdrüsen 653
Milchdrüsen u. Zitzen 658
Milchlinien
der Säugetiere 655
Milchsäugung 653
Milchzusammensetzung
der Säugetiere 659
Millepora alcicornis *225
Mimeciton pulex
Mimikry *748
Mimikry 395
der Ameisengäste 749, 913
Bedeutung 412
bei Insekten 397
bei Schlangen 396
bei Vögeln 396
Mimikry und Instinkt 414
Mimikryringe 407
Miniergänge *43
Minierinsekten
Eiablage 565
Miniervögel 595
Minotaurus typhoeus
Brutversorgung *575
Minous inermis 273
Mirotermes fungifaber
Nestbau *758
Mischflüge 688
Mischschwarm 687
Mistkäfer 258
Brutpflege 575, 644
mnemische Erscheinungen 766
Mohnbiene
Brutpflege 704
Mollienisia
Viviparie 625
Mollusken
Autotomie 417
als Benthostiere 799
des kalkarmen Wassers 836
Pflanzenfresser 37
Reinlichkeit 419
Molluskenfresser 130
Molobrus
Nestparasitismus 678
Mönchsgrasmücke
junge Nesthocker *647
Mondwechsel
Einfluß auf das Tierleben 764
Monedula punctata
Nachfütterung 644
Monedula surinamensis
Nachfütterung 644
monogame Vögel
Brutgeschäft 602
Monogamie 478
der Säugetiere 479
monophage Tiere 192
Monotremata
Fortpflanzung 635
Monotremen
Drüsenfelder 636
Milch 659
monozyklische Daphniden 864
Monstrilliden 305
Montée 522
Moorfauna 837
Moosbewohner 768
Mordlust
der Tiere 327
Mörtelbiene
Nestbau 707
Moschusbock
Geruch 366
Moschusdrüsen 438
Moschusochsen *698
Mottenschildlaus
Wachshülle *784
Mückenlarven
Vergrabung 257
Mugilnojesee
Entstehung des Reliktensees 833
Mulmfresser 245
Mundgliedmaßen
verkümmerte *190

Digitized by Google

mundlose Tiere 190
Mundteile
der Honigbiene *117
Mungo *19
Murmeltiere
Geselligkeit 684
Höhlenbau 337
Winterschlaf 859
Muscheln
Einwanderung ins Süßwasser 834
Entöken 279
Pflanzenfresser 37
schlammfressende 240
Strudelapparate 232
Muschelwächter *278
Musik
bei Vögeln 443
Muskelmagen 157
bei Fruchttauben 83
Mussurana *144, *145
Mustelus
Uterusnahrung 635
Mustelus laevis
Plazentabildung 635
Mutationstheorie 918
Mutilliden
Brutpflege 581
Muttergang
bei Borkenkäfern 64
Mutterkuchen 637
Mutterkuchenbildung
bei Beuteltieren 636
Formen 640
Mütterlist 665
Mutualismus
bei Vögeln 683
Mya arenaria
in Schlammröhre *799
Myceles *372
Myliobatis nienhofli
Uterusnahrung 635
Myopotamus coypu 656
Myopsittacus monachus
Nestbau 595
Myriothela phrygia
Blastostyle *563
Myrmarachne plataloides 400
myrmecochore Pflanzen 741
Myrmecocystus
Honigtopf *730
Jagdgewohnheiten 740
Polymorphismus 727
Myrmecocystus altisquamis
Anpassung 733
Myrmecocystus melliger
Honigtöpfe *729
Myrmecophana 413
Myrmecophila
Synöke 747
Myrmecophile 746
myrmecophile Pflanzen 741
Myrmedonia funesta
Vorkommen 746
Myrmeleon formicarius L. 169
Mysis oculata
var. relicta *832
Mytilotoxin 364
Mytilus edulis L. *222, *273
Zwergform *831

N

Nabelschwiele 741
Nabelstrang 643
Nachahmung
von Hymenopteren 397
Nachahmungstrieb
der Affen 670
Nachbrunst 497
Nachfütterung
bei Raubwespen 643
Nachgeburt d. Säugetiere 643
Nachkommenschaft
Ernährung 569
Vernichtungsziffern 915
Versorgung 555
Nachkommenverteidigung 665
Nachschwarm
der Bienen 721
Nachtfalterblumen 108
Nachtschmetterlinge
Ruhestellung 381
Nachttiere 892, 895
Färbung 379
Nährballen
der Copris 576
Nagetiere
Geselligkeit 684
pflanzenfressende 53
Vaginalpfropfen 501
Nahrung
der Ameisen 739
der jungen Säugetiere 664
Quantität u. Qualität 845
der Termiten 757
Nahrungsanpassung 154
Nahrungsaufnahme
bei sessilen Tieren 230
Nahrungseinfluß
bei Ocneria dispar *849
Nahrungserwerb 21
Nahrungsmangel und Wanderung 517
Nahrungsmassen
am Meeresboden 221
Nahrungssammeln
der Ameisen 740
Nahrungsunterscheidung
bei jungen Tieren 668
Nahrungswechsel 188
bei Schmetterlingen 847
erzwungener 187
Naja
Giftspucken 369
Nannoplankton 218
Nannoplanktonfresser 219
Nasenaffenfamilie *662
Nashorn
beim Bad *424
Nahrung 51
Nashörner
Eheleben 470
Nashornvögel
Nester 600, *605
Nasica entellus
mit Säugling *662
Nasuti 751
von Eutermes tenuirostris 752
Natica josephina
Bohrdrüse *130
natürliche Zuchtwahl 914
im Geschlechtsleben 506
Nauerates 276
Nebenbauten
der Oecophylla 739
Necrophorus *252
Nectophryne tornieri
Viviparie 632
Nektarinien 95
Schnabelform *95
Nektarinienzungen *97
Nekton 797
nektonisches Benthos 797
nektonisches Plankton 803
Nematoden
fäulnisbewohnende 257
Stachelbildungen 295
Nematoscellis mantis
Leuchtorgan *890
Nematus capreae 571
Nemesia *332
Nemognathus bicolor *103
Nepa cinera
Ei *789
Nepenthophilus tigrinus *349
Nephila nigra *471
Neptunsbecher 242
Nesselgift 360
Nesselkapseln 356, *357
als Fangapparate 159
Nest
der Feldwespe *712
der Steinhummel 709
Nestbau bei Fröschen 591
der Hummeln 708
der Schnecken 568
Sekretbenützung bei Fischen 588
Variationen 612
der Vögel 594
der Weberameisen 738
der Wespen 713
Nestbauinstinkt 612
Nestbauten
der Großfußhühner 606
von solitären Bienen 706
Nester
der Ameisen 734
der Fische 586
geflochtene b. Vögeln 597
genähte bei Vögeln 601
kombinierte der Ameisen 736
der Säugetiere 613
schwebende der Ameisen 735
schwimmende bei Vögeln 597
der Termiten 756
Nestflechter 597
Nestflüchter 645
Brutpflege 646
Reflexe u. Instinkte 646
Nestgeruch
bei sozialen Insekten 759
Nesthocker 645
Brutpflege 650

Digitized by Google

Instinkte 650
nackte 646
Nesthügel
des Thermometervogels 608
Nestkolonien
von Vögeln 684
nestlose Vögel 594
Nestparasiten
Fruchtbarkeit 678
Nestparasitismus
bei Vögeln 676
Nestraub
bei Ameisen 734
Nesträuber 671
Netzbau *172, *173, *174, *175
bei Fischen 170
der Kreuzspinne *172, *173, *174, *175
Netzbaumethoden 173
Netzspinnen 171
Neureclipeis bimaculata *180
Nierenorgane
Einfluß des Salzgehaltes auf 842
Nikobarentaube
Nahrung 83
Nistplätzen 612
Nonnenfraß *31
Nonnenraupen
Massenansammlungen 683
Wanderungen 517
wipfelnd *681
Nonnenschmetterlinge
massenhaftes Auftreten *29
Nordkaper *215
Normalnahrung 186
Normalnahrung u. Nahrungswechsel 186
Notnahrung 187
Notommata werneckii Ehrb.
an Vaucheria terrestris (Gallen) *38
Notorhyctes typhlops
Auge *885
Nototrema
Brutpflege 631
Nototrema oviferum
m. Allantoisstiemen *632
Nototrema pygmaeum
mit gefüllter Rückentasche *632
Nußfresser 85
Nußkäfer 89
Nymphen 755
Nysson
Brutparasitismus 672

O

Oberflächenschwimmer
(Insekten) 789
obstfressende Vögel 81
Obstfresser 81
Obstwürmer 87
Ochthebius *841
Oeneria dispar
Nahrungseinfluß *849
erzwungener Nahrungswechsel 848
Octopus
Brutbewachung 585
Octopus sp.
beim Krabbenfang *161
Ocypode
Höhlen 333
Odontocheilidae 808
Odynerus
Brutpflege 578
Oecetieus platensis *348
Oecophylla smaragdina
Gespinstnest *738
Verteidigungsstellung
Oedipoda 382 [395
Oestrum 497
Oestrus ovis 285
Offenbrüter
Eifarbe 383
oftbrünstige Tiere 496
Oftbrüter 491
Ohrwürmer
Brutbewachung 585
Oikopleura albicans Leuck
Gehäuse *219
Oligochäten
Bruternährung 625
oligophage Tiere 192
Ölkäfer
Brutparasitismus 673
omnivore Schnecken 45
Oncideres dejeani
Brutversorgung 574
Oncorhynchus
Wanderungen 529
Oncosphaera *299
Onegasee
Fauna 832
Oniscus murarius 774
Nahrung 37
Ophiuriden
s. **Schlangensterne**
Opisthoprora euryptera
Schnabelform *94
Opossum
Trächtigkeitsdauer 636
Optimum der Temperatur 850
Orang Utan
Schlafnest *616
Orca orca *151
Skelett *152
Orchestes fagi L. *44
Orchestia gammarellus
Ordensband [*251
Anpassung 381
organisatorische Eigenschaften 4
organischer Regen 220
organisiertes Handeln
in Herden 698
organisiertes Zusammenwirken
bei Vögeln 699
Orientierung
der Ameisen 729 [*200
Ornithodorus moubata
Ornithodorus savignyi
Anatomie *206
Ornithoptera croesus 807
Ornithorhynchus
s. **Schnabeltier**
Ornithorhynchus anatinus
Fortpflanzung 635
Orthopteren
vivipare 623
wasserbewohnende 787
Ortsbewegung
der Nestflüchter 648
Ortsgedächtnis 553
Osmia
Reihenbauten 706
Osmia cornuta
Bau *582
Osmia papaveris
Brutpflege 704
Nest *704
Osmia sp.
Bauchsammler *111
Osphromenus olfax
Nestbau 589
Osteogeniosus
Maulbrüter 627
Östriden 284
Ostsee
Salzgehalt 829
Tierwelt 830
Oviparie 617
Ovipositor
von Pipa americana *630
Ovoviviparie 617
Ovulation 494
Ovulation u. Begattung 495
Oxybelus
Brutparasitismus 671
Oxyuris 315
Oxyuris vermicularis
Ovoviviparie *617

P

Paarungsruf 440
Paarungsspaziergang
bei Termiten 754
paarweises Zusammenleben 467
Pachytilus migratorius
Wanderung 517
Paguriden s. a. **Einsiedlerkrebse**
Symbiose 268
Pagurus striatus *270
Palaeosa quadrispinosa *832
Palolo 764
Paloposee
Fauna 833
Paludicola
Brutpflege 591
Pampas
Änderung der Fauna 17
Pantopoden
Brutpflege 622
Panurgus
Bautätigkeit 707
Panzer 343
Papageien
blütenbesuchende 93
Geselligkeit 688
Nestbau 595
Schnabelformen 85
Papierwespen
Baukunst 714

Digitized by Google

Papilio
Nachahmer 403
Papilio dardanus = merope 405 [*716
Pappdeckelwespennest
Pappelbock
Brutversorgung *573
Paradiesvogel
Balzstellung *451
Parallelinduktionen 906
Paramaecium
Chemotropismus *921
Geotropismus *809
Paraponyx stratiotata *787
Parasilurus aristotelis
Brutpflege 587
Parasit und Wirt 321
parasitäre Kastration 326
Parasiten
Anaërobiose 303
Bewegungsorgane 295
Darmrückbildung 305
Einkapselung 325
Ernährung 303
fakultative 280
Fortpflanzung 307
Fruchtbarkeit 313
Generationswechsel 317
Geschlechtsverteilung 429
Gifte 322
Immunität 324
Infektionsmethoden 315
der insektenfressenden Pflanzen 324
temporäre 284
ungeschlechtliche Vermehrung 311
von Meerestieren im Süßwasser 834
Wirte 282
Wirtswechsel 318
Parasiten und Reinlichkeit 425
Parasitismus 280
Paratilapia multicolor
Maulbrüter 628
Paröken 275
Passalidae
Brutpflege 644
Patella *813
Paussiden
Symphilie 748
Paussus hova
Ameisengast *749
Pavian
Nahrung 57
Pediculus capitis *199
Pedizellarien *165
Gift 361
Pedizellarien und Reinlichkeit 419
Peipussee
Fauna 832
Pelagothuria ludwigi 798
Pelikan
Fütterung *651
Schnabel *422
Pelikane
Brutkolonie *685
Pelopoeus
Bauten 581
Lehmbauten 584
Pelzfresser 248
Pelzmotten 248
Pelzrobbe s. a. **Callorhinus**
Leben 475
Nahrung 134
Pemphigus
Galle *570
Peneus membranaceus *331
Pentaplatarthrus natalensis
Ameisengast *749
Perameles
Plazentabildung 637
perennierende Tiere 490
periodische Erscheinungen 765
periodische Wanderungen
der Planktontiere 897
periodischer Lichtwechsel
Einfluß auf Tierwelt 891
periodisches Wachstum 766
Periodizität 763
der Fortpflanzung 485
des Haar- und Federwechsels 866
Perlenbandwurm 318
Perückentaube 909
Perversität
bei Tieren 500
Petaurus sciureus *808
Petermännchen
Viviparie 633
Pfau
Balzstellung 450
Pfauentaube 909
Pfeilgift
der Buschmänner 364
Pferdeegel
Nahrung 130
Pflanzen
myrmecochore 741
myrmecophile 741
pflanzenfressende Tiere 27
Pflanzenfresser 153
Anpassungen zur Ergreifung der Nahrung 51
Pflanzengallen 571
Pflanzenläuse 206, 207, 209
Pflanzenschädlinge
tropische 42
Pflanzentiere 221
Pflaumenwespe 88
Pfriemenschwanz 316
Phaetornis hispidus
Schnabelform *94
phagozytäre Organe 428
Phagozyten *428
bei Parasitismus 325
Phagozytose 427
des Chorionepithels *639
Phalangiden
Nahrung 39
Phalaropus
Brutgeschäft 603
Pharmacophagus 405
Pharmakophagen 367
Pheidole pallidula
Kasten *726
Phenax
Wachsproduktion *356
Philaeus militaris
Kampfstellung *511
Philhetaerus socius
Nestkolonie 684
Philopterus *248
Philydrus *841
Phoca annulata 832
Phoca caspica 831
Pholas dactylus *243
Phönixhahn
japanischer *910
Phormosoma *361
Phototaxis 899
Phototropismus 898
Phrenapates bennetti 644
Phryganea grandis *557
Phrynixalus biroi
Brutpflege 592
Phrynosoma
Blutspritzen 369
Phryxus abdominalis *312
Phylaktogonien *561
Phyllobates trinitatis
Brutpflege 628
Phyllodes 388
Phyllomedusa iheringi
Brutpflege 591
Phylloptera ovalifolia *391
Phyllostomiden 205
Phylloxera
Entwicklungszyklus *863
Physalia *360
Massenversammlungen 680
Physeter macrocephalus
Skelett *136
Physiculus Kaupi *822
Phytoplankton 24
Pigment und Licht 877, 878
Pigmentmangel
bei Höhlentieren 880
Pigmentverschiebung 409
Pillendreher 259
Brutpille *578
Pilzfresser 47, 67, 439
Pilzgärten
der Ameisen 77, 735
Pilzkuchen *72
der Termiten *74, 756
Pilznahrung
bei Gallfliegen 71
von Käferlarven 72
Pilznester
der Vögel 598
pilzzüchtende Ameisen 75
pilzzüchtende Borkenkäfer 68
pilzzüchtende Termiten 72
Pinguin
Nestbau 594
Pinguine
Brutpflege 611
planktonfressende 214
Tauchen 793
Pinna nobilis *278
Pinnipedier 794
Massenwanderungen 682
Pinnotheres veterum *278

Digitized by Google

Pinselzüngler 93
Pipa americana *630
Pipra natteri 514
Pipra opalizans 514
Piranha *149
Pirolnest *599
Piscicola geometra *202
Pithyophthorus micrographus
Sterngänge *65
Placenta diffusa
des Schweins *638
Placenta discoidalis 641
Placenta zonaria 641
Planarien
Aasfresser 251
Rheotropismus 817
Planema 404
Plankton 797
intermediäres 802
Mikrophotographien *24
planktonfressende Medusen 211
planktonfressende Vögel 214
Planktonfresser 209
Planktontiere 801
Färbung 380
Gleichgewicht 802
Pigmentierung 879
als Stillwassertiere 812
Plattformnester 596
Platurus fasciatus
Viviparie 634
Platygasterinae
Larvenform 288
Platysamia cecropia
Maxille *190
Plazenta 637
diffuse von Galago agisymbanus *637
Plazentabildung
bei Beuteltieren 636
bei Haien 635
Plazentalier 653
Plazentom 640
Pleuropterus brevicornis
Ameisengast *749
Pluteus 556
Podocoryne carnea *224
Poecilia
Viviparie 625
Pogonomyrmex
ackerbautreibende Ameise 741
Pogonomyrmex occidentalis
Nestbau 735
Polarhase 378
Polartiere
Schlafgewohnheiten 896
Polistes gallica
Nest *712
Pollen
als Tiernahrung 92
Pollenblumen 100
Pollenkörner 92
Pollenzylinder
der Hummeln 708
Polyacanthus
Nestbau 589
Polyandrie 472
der Kuckucke 679
Polyarthra platyptera
Dauerei *776
Polyembryonie 658
bei Schlupfwespen *311, 312
bei Tatusia 658
Polyergus rufescens
Sklaverei 744, 745
polygame Vögel
Brutgeschäft 602
Polygamie 473
der Säugetiere 479
Polygamie und Brutparasitismus 679
Polygnotus
Polyembryonie 312
Polygynie 472
Polymorphismus
bei Ameisen 725
der Schmetterlinge 405
Polynema natans *786
Polypedates rheinwardtii
Nest *591
Polypen *129
des bewegten Wassers 815
Schutz der Eier 561
polyphage Tiere 192
Polyphemus exiguus *838
Polyrhachis
Nestbau 737
Polystomeen 289
polyzyklische Daphniden 864
Pompilidae
Brutpflege 578
Pompilus
Brutparasitismus 671
Brutpflege 580
Pontoporeia affinis 832
Porcellio scabes 774
positiver Phototropismus 899
Postoestrum 497
Potamogale
Nahrung 144
Potamon fluviatile 373
Brutpflege 621
Poterion poseidonis *242
Pottwal
Nahrung 134
Pourtalesia lagunenla *811
Prachtkäfer
Larvennahrung 58
Präriehund
Höhlenbau 387
Präriewölfe
Höhlen 614
Precis iphita 390, 866
Prestwichia 788
Probierbewegungen 482, 669, 926
Prooestrum 497
Prosimulium
Puppen *816
Prosopis
Bauten 583
Prosopis variegata *111
Proterandrie 481
Proteus anguineus
Auge *884
Protopterus
Brutpflege 586
Schlammkapsel 780
Protozoen
Cysten 777
pflanzenfressende 30
Zwangsvereinigung 430
Protozoenbewegungen 921
Protozoenfresser 124
Prozessionsspinner
Gifthaare 362
Prunkfärbung 445
Psammophila
Brutpflege 580
Pseudacraea 404
Pseudophryne vivipara
Viviparie 632
Pseudospermatophoren 503
Pseudozysten 658
Psithyrus *672
Brutparasitismus 672
Psychiden
Gehäuse 348
Psychologie
der Tiere 919
psychrophile Tiere 851
Pteroides lunulatus *801
Pteroplatea micrura
Trophonema *635
Pteropoden
Nahrung 131
Pteropus edulis *54
Ptychozoon homalocephalum *385
Pulex irritans *198
Puma
Angriffsmethode 163
Brutplatz 614
Mordlust 327
Nahrung 151
Pupiparen 623
Puppe
der Biene 723
Puppen
der Ameisen 733
Puppenraub
bei Ameisen 744
Puppenwiege
bei Borkenkäfern 63
Purpurschnecke 365
Püttersche Theorie 25
Putzfüße
bei Krebsen 420
Putzpfoten 422
Putzscheren 420
Putzschnabel 422
Putzzangen
der Seeigel 419
Pyophila 253
Pyrocorus apterus
Wanzenspritze *208
Pyrodinium bahamense *891
Python molurus *593
Python reticulatus
Mageninhalt *150

Digitized by Google

Q

Quellbewohner 853

R

Rachidelus brazili Blgr. *144, *145
Rädertiere
Pflanzenfresser 37
Saisondimorphismus 862
zyklische Entwicklung 865
Radnetz 175
Radnetzspinnen
Begattung 507
Radula *154
Rammelkammer
der Borkenkäfer 65
Rana everetti
Nest 591
Ranatra
Ei 789
Rattenbauten 613
Rattenschwanzlarve 259
Raubbeutler 151
Raubfliegen
Nahrung 194 [*153
Raublungenschnecken
Ernährung 128
Ernährungsanpassungen
Raubtiere 152 [153
Verdauungssäfte 156
Raubtiere und Pflanzenfresser 152
Raubtierherden 695
Raubtierhöhlen 614
Raubvögel
als Insektenfresser 141
Nahrung 150
Raubwanze *198
Raubwespen
brutparasitische 671
Brutpflege 578
Nachfütterung 643
Rauchschwalbe
Zug 541
Rauchschwalbennester 600
Raupen
gesellige 683
Gifthaare 362
kannibalische 188
Raupenfeinde 288
Raupenfliegen 286
Reaktionen
der Nesthocker 650
Reaktionsfähigkeit
auf Laute bei Nestflüchtern 647
Rebenstecher
Brutversorgung *574
Rebhuhn
brütend *664
Rebhühner
Schlafgewohnheiten 691
Reblaus 192 s. a. Phylloxera
zyklische Entwicklung 863
Receptaculum seminis 494
der Bienenkönigin 717
Reflexe 923
der Nestflüchter 646
Reflexoide 923
Regenbremse *195
Regeneration
bei Seewalzen 416
Regenpfeifer
Brüten 606
Regenwurm
Nahrung 55
Regenwürmer
Autotomie 415
Bedeutung für die Menschheit 247
Befruchtung 494
Ernährung 245
Exkremente 246
Giftigkeit 363
kotfressende 259
Riechstoffe 365
im Schnee 245
Regenzeitform 867
von Precis iphita *866
Regulation
der Instinkte 926
der Körpertemperatur 857
Regulationsfähigkeit
der Tierkörper 905
regulatorische Anpassungen 6
Reibzunge
von Schnecken *154
Reifegrad
der Laufsäuglinge 663
Reifung
der Geschlechtsdrüsen 492
Reigenflüge 456
Reiherentennest u. Gelege *611
Reinhaltung
der Wohnung 425
Reinlichkeit
der Tiere 418
im Vogelnest 650
Reinlichkeit u. Ungeziefer 425
Reizbahnung
im Geschlechtsleben 512
Reize
chemische, bei Geschlechtsvorgängen 502
Reizhemmung
im Geschlechtsleben 512
Reizнachwirkungen 927
Rekordwanderungen 542
Reliktен 831
Reliktenseen 831
Renken
Nahrung 135
Reptilien
ameisenfressende 138
Brutpflege 593, 645
Eiablage 567
Farbwechsel 410
Fruchtfresser 80
gesellige 687
molluskenfressende 132
paarweises Zusammenleben 468
pflanzenfressende 35
Pigmentierung 878
Schlaf 893
Stachelbildungen 346
Stimmen 439
Trockenstarre 781
Viviparie 633
Wasseraufnahme 783
wasserbewohnende 791
der Wüste 782
Reptilienfresser 146
Reptilienwanderung 530
Retinia resinella
Harzgalle *572
Rettigfliege 57
Rettungsgewohnheiten
der Tiere 329
Reusen
im Darm von Vögeln und Krebsen 427
Rhabditis *259
Rhabdosphaera stylifer *218
Rhacophorus reticulatus
Brutpflege 629
Rhacophorus schlegeli
Nest 591
rheophile Tiere 815
Rheotropismus 816
Rhinoderma darwinii
Kehlsackbrüter *632
Rhinoplax vigil *805
Rhinozeros
Nahrung der verschiedenen Arten 51
Rhinoceros simias cottoni Lyd. *470
Rhinozerosvogel 277
Rhizobia aptera *578
Rhizocephalen 302, 306
Rhizostomeen
Ernährungsweise 211
Rhodeus amarus
Eiablage *565
Rhodites rosae
Rosengalle *572
Rhodomonas pelagica *218
Rhynchea
Brutgeschäft 603
Polygamie 679
Rhynchites betulae
Blattdüten *575
Brutversorgung 574
Rhynchites betuleti
Brutversorgung *574
Rhynchолaba acteus Cr.
Rüssellänge *108
Rhyndops niger
Scherenschnabel *143
Rhyssa persuasoria
Eiablage 565
Weibchen eierlegend *286
Rhythmus
des Winterschlafs 861
Rhytina stelleri
Gaumen *37
Riesenkänguruh *656
Riesenkrabbe *126
als Stillwassertier 811
Riesensalamander
Brutpflege 592
Riesenschlange 593
Mageninhalt *150
Riesenwuchs
bei Kälte 876
Rindenbrüter 61
Rindengecko *385
Rindennachahmung 385
Rinderbremse *195

Digitized by Google

Rinderzecke *201
Ringeltaube
Neſt 596
Rippenquallen
Nahrung 125
Robben [794
Anpaſſungen ans Waſſer
Polygamie 479
Rochen
Nahrung 132
Rohrdommel
Anpaſſung 382
Röhrennetze 177
Röhrenwürmer *224
Rollpanzer 347
Roſenbiene
beim Austapezieren des Schachtes *705
beim Blattſchneiden *705
Roſengalle *572
Rotkehlchenneſt
mit Kuckucksei *677
Rouxſche Theorie 917
Rübenälchen 571
Rückbildungen
bei ſeſſilen Tieren 228
Rückenbrüter 630
Rudel 696
Ruheſtellung
der Schmetterlinge 381
Rupicola aurantia
Balzen 454
Rüſſel
von Eristalis tenax *104
der Honigbiene *118
Rüſſelegel
Blutnahrung 202
Rüſſellänge
bei Bienen 115
bei Hummeln 115
von Rhyncholaba acteus Cr. *108

S

Sabella gracilis *232
Sacculina carcini *301
Saftmale 102
Sagartia parasitica *270
Sagitta hexaptera *802
Säger
Transport der Jungen
Sagra *804 [649
Saiſondimorphismus
der Schmetterlinge 866
Saiſonraſſen 486
Saitis pulex
Begattung 509
Salamander
Temperaturexperimente 874
Salamandra
Uterusnahrung 633
Salamandra atra
Viviparie 633
Salamandra maculosa
Viviparie 632
Salamandrella keyserlingi
Brutpflege 592
Salangancnneſter 601
Salinenfliege *839
Salinentiere 839
Salmoniden
Wanderungen 528
Salticus scenicus *180
Salze
zur Entwicklung notwendige 843
Salzgehalt
abändernder Einfluß 842
der Körperflüſſigkeiten 828
des Meerwaſſers 823
der Oſtſee 829
des Süßwaſſers 824
Salztiere 839
Salzwaſſer
Zuſammenſetzung 824
Salzwaſſertiere 823
Verbreitung 841
Samenfreſſer 86
Samenkäfer 89
Samenminierer 89
Samentaſche
der Blattläuſe 623
Sammelapparat
Honigbiene 114
Hummel 114
Sammelapparate 113
Sandbad 423
Sandfloh *199
Sandfreſſer 236
Sandkrabben
Höhlen 333
Sandlaufkäfer
Larvenlöcher *167
Sandlaufkäferlarve
in ihrer Wohnröhre *168
Saperda populnea
Brutverſorgung *573
Sapphirina 290
ſapropeliſche Tiere 291
Saprozoen 259, 844
Sarcophaga carnaria 255
Viviparie 623
weibliche Geſchlechtsorgane *624
Sarcophila magnifica 283
Sarcopsylla penetrans *199
Sarcoptes scabiei 292
Sardinen
Wanderungen 527
Sarsia eximia Allm. *209
Saturnia mylitta
Geſpinſt *554
Sauerwurm *2
Saugapparat
einer Schnake *203
Säuger
Ernährungsanpaſſungen 155
pflanzenfreſſende 48
Säugetiere
Baden 423
Balzbewegungen 461, 464
Bauten 613
Begattungszeichen 501
blinde 883
als Blütenbeſucher 96
Brutverſorgung 634
Dotterſack 637
eierlegende 635
einbrünſtige 498
Familienherden 692
Geburtsakt 643
Geburtsvorgang 638
Geruchsorgane im Geſchlechtsleben 432
geſellige 685
Haarabwurf 865
Intelligenz 928
krabbenfreſſende 135
Milchdrüſen 653
Milchlinien 655 [659
Milchzuſammenſetzung
Monogamie 479
Nachgeburt 643
als Pflanzenfreſſer 50
Polygamie 472, 479
Reinlichkeit 422
Schlaf 894
Schweißdrüſen 783
Stimmen 444
Tragzeit 652
Trinkgewohnheiten 784
als Trockenlufttiere 782
vielbrünſtige 498
als Waſſerbewohner 793
Waſſerökonomie 783
Werbungskünſte 511
Zitzenlage 656
Zitzenzahl 657
Säugetierehe 470
Säugetierembryo
in ſeinen Hüllen, ſchematiſche Darſtellung *637
Säugetierembryonen
Ernährung 639
Säugetierfreſſer 149
Säugetierhöhlen 614
Säugetiermännchen
Kämpfe, Waffen 465
Säugetierneſter 615
Säugetierwanderungen
Säugetierweibchen [518
Brunſt 497
Sauggewohnheiten
der Bienen 119
Säuglinge
Klammerreflexe 661
Säuglingsernährung
Saugrüſſel [664
der Bienen 115
Saugtätigkeit
der Bienen 118
Saugwürmer *302 ſ. a. Trematoden
Säure
im Speichel von Schnecken 355
Säureſchnecken 354 [258
Scatophaga stercoraria
Scenopoeetes dentirostris
Spielplatz *457
Schädel
Rhytina stelleri *36
Schaf
geöffneter Uterus *639
Schafe
Einfluß der Ernährung auf Vermehrung 846
Schafläuſefliegen
Viviparie 624
Schakale
Nahrung 250
Schalenbildungen
der Eier 558
Schamkrabben 349

Digitized by Google

Schaufüge 456
Schaumnest
von Polypedates reinwardtii *591
Schaumzikade 785
Scheckfliegen 88
Scheibenplazenta 641
Scheinkämpfe 463, 466
Schenkelsammler 113
Scherenschnabel *143
Schienensammler 113
Schiffshalter 276
Schildkrabbe *352
Schildkröten
Pflanzenfresser 47
Wasseratmung 792
Schildkrötenwanderung
Schildläuse [530
Nahrung 207
Schutz der Eier 569
vivipare 623
Schimpansennest 616
Schistosomum haematobium 296, *297, 310
Schlaf
der Tiere 892, 893
Schlafsucht
der Nonnenraupen 683
Schlafgewohnheiten
soziale, der Vögel 689
Schlafkrankheitsfliege *196
Schlafnest
des Orang Utang *616
Schlafplätze
indischer Vögel 690
Schlafstellungen
der Tiere 894
Schlag
der Singvögel 442
Schlammbad 424
Schlammfliege *189
Schlammfresser 235, 239
Schlangen
als Insektenfresser 138
magische Fähigkeiten 147
marine 791
Mimikry 396
Viviparie 634
Schlangenadler 146
Schlangensterne
Brutpflege 620
Nahrung 125
Schleihen
Kiemenreuse *212
Schleim
als Schutzmittel 356
als Schutz gegen Austrocknung 774
Schleimnester
der Fische 589
der Frösche 691
Schleppameisen 75
Schlupfwespen
Parasitismus 286
Polyembryonie *311, 312
Schlußbrunst 497
Schmalkopf (Aale) *520
Schmarotzerbiene
Blumenbesucher *110
Schmarotzerbienen 672
Schmarotzerhummeln
Gehirn 673
Schmeißfliege 253
Schmetterlinge
Blattnachahmer 388
blütenbesuchende 99
Duft 367
Kauapparat 106
erzwungener Nahrungswechsel 847
Polymorphismus 405
Putzfüße 421
Rüssellängen 107
Saisondimorphismus 866
Temperaturexperimente 869
Uniformen 407
Warnfarben 375
wasserbewohnende 788
Werbungsgewohnheiten 511
Schmetterlingsanpassung
an Blumen 107
Schmetterlingsmimikry 401
Schmuckfedern 447
Schnabelmale
der Nesthocker 650
Schnäbeln
der Vögel 436
Schnabeltier s. a. Ornithorhynchus
Bau 336
Fortpflanzung 635
Nahrung 133
Schnake *195
Saugapparat *203
Schnaken
Schwebformen 806
Schnakenlarven
Feinde 136
Schnarrheuschrecken 382
Schnecken
aasfressende 252
Befruchtung 494
als Blumenbesucher 97
Echinodermenfresser 127
Eierkokon 568
als Molluskenfresser 131
Pflanzenfresser 37
Reibzunge *154
Schleimabsonderung 356
Spezialisten 47
Wasseraufnahme 783
zwittrige Werbungsspiele 433
Schneckenabhängigkeit
von Luftfeuchtigkeit 774
Schneckenegel 130
Schneckenfraß 28, 46
Schneeammer 378
Schneebad 423
Schneeeule 378
Schneefloh
Ernährung 244
Schneehuhn 378
Schneeinsekten 853
Schneetiere
Färbung 378
Schneidervogelnest *603
Schnurwürmer
Autotomie 415
Schollen
Wanderungen 527
Schreckfarben 373
Schreckreaktionen
bei Nestflüchtern 647
Schnepfen
Transport der Jungen 649
Schutz
der Körperöffnungen 426
Schutzanpassungen
allgemeine 426
äußere 341
Schutzbildungen
bei sessilen Tieren 233
schützende Ähnlichkeit 376
Schützenfisch 160
Schutzfärbung
bei Schmetterlingen 381
bei Vögeln 382
der Vogelweibchen 384
Schutzkapseln
von Polypen *342
Schutzkelche 342
Schutzmittel
chemische 363
histologische 353
der Pflanzen gegen Schneckenfraß 46
Schutzskelette 341
Schwalben
sich zum Herbstzug versammelnd *537
Zug 540
Schwalbennester
chinesische 601
Schwalbenschwänze
als Nachahmer 402
Schwämme 223
Befruchtung 618
Entoken 278
Symbiose 268
Schwammspinner
Einschleppung in Amerika 193
Schwäne
Brutpflege 649
Schwanz
als Schutzmittel 425
Schwanzmeise
Nest 598
Schwarm
der Bienen 721
Schwarmbildung
bei Ameisen 729
Schwärme
von Tieren 686
Schwärmen
der Borkenkäfer 60
Schwärmer
Rüssellänge 107
Schwarmton
der Bienen 759
Schwarzamsel 549
Schnabelform *82
Schwarzhalsschwäne *649
Schwarzkehlenpinguin
Fütterung *651
Schwebeformen
bei Lufttieren 803

Digitized by Google

schwebende Nester
der Ameisen 735
Schwebeplankton 803
Schwebfliegen 806
Schwebfliegenrüssel 105
Schwebtiere 796
Schwein
Fruchtblase *638
Schweißdrüsen
Vorkommen bei Säugetierarten 783
Schwerkraft
Einfluß auf Tierwelt 796
Schwertwal *151
Nahrung 152
Skelett *152
Schwimmblase
Einfluß des Druckes 821
schwimmen lernen 667
Schwimmkrabben 800
Schwimmplankton 803
Schwimmsäuglinge 667
Schwimmvögel 792
Sciurus bankanus
Nest 615
Sciurus bankanus Hg. *86
Sclerostomum
Mundkapsel *322
Scolia
Brutpflege 580
Scolytus multistriatus Marsh.
Fraßgänge *65
Scombereseociden
Eier *557
Seeadlernest *604
Seeanemone *222
Seeanemonen s. a. **Actinien u. Aktinien**
Seeelefant *793
Seehase
Brutpflege 590
Seeigel
Brutpflege 619
Giftigkeit des Eierstocks 363
Giftstachel 362
der Korallenriffe 813
Reife und Mondwechsel 765
Reinlichkeit 419
steinbohrende 241
Seeigeleier 555
Seekühe 36, 794
Seele
der Tiere 919
Seelenleben
der höheren Tiere 928
Seenadeln
Bruttaschen 626
Seepferdchen
mit Bruttasche *626
Tangähnlichkeit 891
Seepocken 273
Seeschlange
Viviparie 634
Seeschlangen
Wasseratmung 791
Seesterne
Autotomie 416
Nahrung 130
Seestichling
Nest *588
Seevögel
Wanderungen 531
Seewalzen 354 s. a. **Holothurien**
Autotomie 416
Seezunge *331
Seidenraupen
Kokon 335
Seihvorrichtungen 212
Sekretär 146
Sekretbenützung
beim Nestbau bei Fischen 588
Sekretnester
der Vögel 600
sekundäre Geschlechtsmerkmale 502
Selbstamputation s. **Autotomie**
Selbstbefruchtung 430
bei Parasiten 308
Selbstverstümmelung 414
Selektionstheorie 912
Semnopithecus nasicus
Fruchtblase *642
Semotilus astromaculatus
Laichgrube *587
Liebesspiel *436
Sepia
Brutversorgung *559
Sergestes
Larve *344
Serpula 224
Serrasalmo piranha *149
sessile Tiere 221
Anpassungen 226
sessile Würmer 225
Sichtotstellen 330
Siderastraea 801
Siedelweber
Nestkolonie *684
Signalbewegungen
bei Herdentieren 702
Signale
der Herdentiere 700
Signalflecken
der Laufsäuglinge 663
bei Vögeln 700
Silberaal 523
Silpha *252
Silpha obscura *256
Siluriden
Maulbrüter 627
Simuliaarten
der Bergbäche 816
Singflüge 456
Sinnesorgane
bei sessilen Tieren 228
Siphonostoma dumerili 626
Siphonostoma rondeletii
Brutpflege 626
Siphonostoma typhle
Brutpflege 626
Sirenen
Anpassungen ans Wasser 794
Pflanzenfresser 36
des Süßwassers 836
Sisyphus
Ernährung 259
Sisyphus schaefferi
Brutpille 577
Sitaris colletis
Larven u. Puppenstadien *675
Sitaris humeralis
Larve *675
Skelett
von Tiefseetieren 811
Sklaven
der Ameisen 744
Sklavenraub
der Amazonenameisen 745
Skorpione
Brutpflege 643
lebendgebärend 622
Stich 161
Skunk 369
Soldaten
der Termiten 750
Soldatenkaste
der Ameisen 727
Solea solea *331
Solenopsis fugax
Diebsameisen 743
Solenostoma
Bruttasche 626
Solifugen
Begattung 504
Brutbewachung 585
solitäre Bienen
Brutpflege 704
solitäre Hummeln 709
Sommercysten 778
Sommereier
der Daphniden 620
Sommerschlaf
von Süßwasserfischen 781
Sommerschlafnest
von Lepidosiren *780
Sonnenbarsche
Brutpflege 586
Sonnenscheindauer und **Planktonentwicklung** 32
Sotalia 836
soziale Brutpflege
von Ameisen 733
soziale Faltenwespen 711
soziale Gewohnheiten
der Bienen 719
der Hummeln 710
der Weberameisen 738
soziale Herde 697
soziale Insekten
Staatenbildung 708
soziale Jagdgewohnheiten 184
soziales Leben
bei Insekten 759
soziale Schlafgewohnheiten 689
spanische Fliege
Gift 364
Spannerraupen 387
Spargelfliege 57
Spatangiden
Lebensweise 237
Spatula clypeata 240
Spechte
Nahrung 139
saftsaugend 140

Digitized by Google

Spechtmeisennest 598
Speckkäfer *255
Spelerpes fuscus
Viviparie 633
Speotyto 275
Sperlingsvögel
als Insektenfresser 140
Spermanest 509
Spermatophoren 503
Sperrvorrichtungen
an Fischstacheln 346
Spezialisierung
der Blumenbesucher 99
Spezialisten 26, 47, 192
Spezialnahrung
bei Schmetterlingsraupen 187
Sphaerularia bombi 313
sphagnophile Tiere 837
Sphecodes gibbus
Blumenbesucher *110
Mundteile *116
Sphegidae
Brutpflege 578
Sphex
Brutpflege 580
Sphincter marsupii 655
Sphinx ligustri L.
Ligusterschwärmer, Blumenbesucher *106
Spiegelpfau
Sporen *462
Spiele
der Tiere 666, 669
Spielplätze
der Laubenvögel 458
Spinnen
Ameisennachahmung 399
Autotomie 418
Begattung 504
Begattungszeichen 501
Brutbewachung 585
Brutpflege 622
Eiablage 567
Eierkokon 568
beim Fang 174
Fußglieder *179
giftige 162
Höhlen 333
Kotähnlichkeit 393
Schwebmethode *803
Tänze 510
Warnfarben 375
Spinnapparate 178
Spinndrüsen *177
spinnende Insekten 180
Spinnenseide 179
Spinnentiere
Begattung 471
paarweises Zusammenleben 467
des Wassers 790
Spinnwarzen
der Kreuzspinne *178
Spirographis spallanzani 231
Phototropismus *898
Spitzmäuse
Bauten 614
Spongilla lacustris
Gemmulae *776
Sporen 462
Sprache
bei sozialen Insekten 759
der Tiere 702
Springböcke
Wanderungen 518
Springspinne
Salticus scenicus *180
Springspinnen
Balzstellungen *510
Spritzfisch *162
Sprödigkeit
der Weibchen 433
Sprotten
Wanderungen 527
Spucken
als Verteidigungsmittel 369
Spulwurm
Anaërobiose 304
Eier 315
Gift 323
Spürbienen 721
Squalonchocotyle borealis *289
Squilla mantis
mit Eierballen *621
Staat
der Ameisen 724
der Bienen 716
der Hummeln 708
einjähriger der Hummeln 709
der Meliponinen 716
der Trigonen 716
der Wespen 711
der Termiten 750
staatenbildende Insekten 703
Staatenentwicklung
bei Ameisen 731
Staatengründung
bei Ameisen 730
bei Bienen 722
bei Termiten 755
Stabheuschrecke 386
Stabinsekten 386
Stachelhäuter s. a. **Echinodermen**
Autotomie 416
Brutpflege 619
Entöken 279
Fangapparate 166
Stachelkleider 344
Stachelrabbe *345
Stadtschwalbennest 599
Standortsvarietäten
des bewegten Wassers 815
Standtiere 514
Standvögel 534, 536
Staphyliniden
Mimikry *748
Statoblasten 778
Statocysten u. Geotropismus 810
Staubbad 423
Staubfresser 243
Staubläuse 244
Stauronotus maroccanus 518
Stechmückenlarven
Nahrung 190
Steckmuschel *278
Steinbohrer 242
Steinhummelnest 709
Steinnußbohrer 90
Stelis
Brutparasitismus 672
stenohaline Tiere 826
stenophotisch 897
stenotherm 854
Steppentiere 807
Färbung 377
Stereotropismus 810
Stichlinge
Brutpflege 588
Stieglitz
Nest 598
Stillwassertiere 811
Stimmen
der Tiere 438, 701
Stinkdrüsen 369
Stinktiere 369
Stizus errans u. St. tridens
Nachfütterung 644
Stockbildung
bei sessilen Tieren 234
Stolonengeflecht
von Halecium arboreum *562
Stomolophus meleagris *211
Stomoxys 195
Störche
insektenfressende 139
klappernde 443
Nest 597
im Winterquartier *539
Zug 540
Störung
der Biocönosen 16
Strangalia attenuata L.
Blütenanpassung *102
Straßen
der Ameisen 739
von Termiten *751
Strauß
Brüten 606
amerikanischer, Brutgeschäft 602
junger *646
Strichvögel 533
Strongylocentrotus lividus
Eier *555
Strongylus 314
Strongylus apri
Ovoviviparie *617
Strudelapparate
bei sessilen Tieren 232
Strudelwürmer s. **Turbellarien**
Stylactis minoi 273
Substrat
Abhängigkeit 797
Substrat und Medium 796
Suchelbewegungen 516
Sumpftiere 808
Superfötation 499
Suppenschwalbe 601
Süßwasser
Salzgehalt 824
Zusammensetzung 824
Süßwassereinwanderer 834

Digitized by Google

Süßwasserfische
Sommerschlaf 781
aus marinen Familien 836
Süßwassergarnele
Nahrung 135
Süßwassergäste 835
Süßwasserhaie 836
Süßwasserkrabben *372, 835
Süßwasserkrebse 835
Süßwassermedusen 835
Süßwasserpolyp
Symbiose 263
Süßwassersirenen 836
Süßwasserstichling
Nest *589
Süßwassertiere 823, 825
im Meer 837, 838
aus marinen Gruppen 836
pflanzenfressende 37
in salzreichen Reliktenseen 838
Süßwasserwale 836
Sycon raphanus *222
Symbiose 261
symbiotische Hefepilze 266
Symphilen 748
bei Termiten 758
Synechthren 747
bei Termiten 758
Syngnathiden
Bruttaschen 626
Synöcie 273
Synöken 274, 747
bei Termiten 758
Syntomide
Kokon *334
Syracosphaera pulchra *218
Syrinx
Durchschnitt *439
Syrinxmuskulatur *441
Syrinxskelett *440
Syrphidae
Flug 806

T

Tabaniden *195
Tabanus bovinus L. *195
Tabanus quatuornotatus
Eierpaket *560
Tachiniden 286
vivipare 623
Tafelente
Gelege *606
Nest *611
Tagfalterblumen 108
Tagschmetterlinge
Ruhestellung 381
Tagtiere 892, 896
Taenia echinobothrida *294
Taenia echinococcus 298
Taenia murina *293
an der Darmwand *322
Taenia solium 298, *304
Tanganjikasee
Fauna 833
Tanz
der Vögel 454
der Spinnen 510
Tapezierspinne *332
Tapinoma erraticum
Erdnest *736
Tastsinn
im Geschlechtsleben 433
bei sessilen Tieren 228
Tatusia
Polyembryonie 658
Tauben
Fütterung der Jungen 645
Taubenrassen 909
Taubenzecke *200
Tauchen
der Wale 796
Tauchenten 792
Tauchinsekten 789
Atemmethoden 791
Tauchvögel 792
Täuschblumen 104
Tausendfüßler 182
friedlicher *185
Giftbiß 161
räuberischer *184
Riechstoffe 365
Teichmuschel
chinesische *765
Telegallus fuscirostris
Nesthügel 609
Telegallus lathami
Brutgeschäft 607, 610
Tellina baltica
Zwergform *831
Temperatur
Einfluß auf Wachstumsgeschwindigkeit 850
Temperatur u. Klima 849
Temperaturaberrationen 869
Temperatureinfluß
bei Kernplasmarelation 875
auf die Zugvögel 545
Temperatureinfluß und Geschlechtsbestimmung 875
Temperaturexperimente 874
mit Käfern 873
bei Schmetterlingen 869
Temperaturregulation 857
Temporalvariationen 867
Tenthrenidae 571
Teredo navalis
Bohrgänge *84
Termes gilvus
Königin *752
Termes lucifugus
Entwicklung *753
Termes obscuriceps
Hügel *757
Königinzelle *754
Pilzkuchen *72
Termes speciosus
Soldat *752
Termes spinosus
Soldat *752
Weibchen *752
Termiten
Fühlersprache 759
parasitische Protozoen 296
Pilzkuchen *74
pilzzüchtende 73
als Schädlinge 74
Termitenentwicklung 753
Termitengäste 758
Termitenkönigin 753
Auge *887
Termitenstaaten 750
Termitenstraßen *751
Termitoxenia
Termitengäste 758
Tethys
Autotomie 417
Tetrarhynchus *295
Theocarpus bispinosus
Korbulaast *561
Theraphosiden
Begattung 508
Theridium
Fangmethode 159
Thermalfauna 851
Thermometervogel
Nestbau 607
thermophile Tiere 850
Thermotropismus 875
Thigmotropismus 810
Thylacinus cynocephalus
Beutel 654
Tiberiassee
Fauna 832
Tiefseelimnäen 786
Tiefseelungenschnecken 786
Tiefseetiere
Augen 887
Einfluß des Druckes 821
Färbung 880
Skelette 811
Vorkommen der Larven 682
tierfressende Tiere 124
Tiergallen 570
tierische Gärung 304
Tierpsychologie 919, 929
Tierseele 919
Tierstimmen 438, 701
Tiger
sich anschleichend *164
Menschenfresser 328
Tigerlaufkäfer 168
Tinamus
Brutgeschäft 602
Polygamie 679
Tinea vulgaris *212
Tinea pelionella 248
Tinea vastella *249
Tineola biselliella 248
Tintenbeutel 368
Tintenfisch
achtarmiger beim Krabbenfang *161
zehnarmiger beim Fischfang *160
Tintenfische
Giftbiß 160
Tinte 368
Tintinnopsis nana
Gehäuse *218

Digitized by Google

Tiphia
Brutpflege 580
Tiphobia horei 833
Tipula 806
Toadfisch
Eimasse *590
Töpfervogelnest *600
Torfmoorfauna 837
Totengräber 252
Totenuhr 59
Totstellen 330
Toxoglossen
Giftzähne 153
Toxopneustes *165
Toxotes jaculator *162
Tracheenkiemen
der Insektenlarven 788
Trächtigkeitsdauer 653
bei Beuteltieren 636
Trachusa
Brutparasitismus 672
Trachymyrmex septentrionalis
Schema des Nestes *75
Trachysaurus rugosus
Viviparie 634
Tradition und Erziehung 667
Tragdauertabelle
verschiedener Säugetiere 653
Tragfedern 792
Tragzeit
der Säugetiere 652
Transport
der jungen Vögel 649
Traubenwickler *2
Trematoden
Bruternährung 625
Entwicklung 299, *300
Trichine 298
Entwicklung *316
Gift 323
Trichinella spiralis 316
Viviparie *617
Trichodes apiarius
Brutparasitismus 674
Trichoglossidae 93
Trichome 748
Trichopteren
bachbewohnende 816, *817
Netzbau 180
Trichterfallen
des Ameisenlöwen *170
Trichternetze 177
Trichterspinnennetz
im Gras ausgespannt *176
Trichterwickler
Brutversorgung 574
Trigonenstaat 716
Trigonocephalus lanceolatus *168
Trinksitten
der Tiere 784
Trockenlufttiere 781
Trockenstarre
bei Wirbeltieren 781
Trockenzeitform 867
von Precis iphita *866
Troglocaris schmidti *882
Trommelsucht
des Rinds 822
Trommeltaube 909
Trompete
der Hummeln 711
Trophobiose 746
Trophonema
v. Pteroplatea micrura *635
Tropikvögel
Nestbau 594
Tropismen 920
Tropismus
beim Vogelzug 554
Trüffelkäfer 39
Truthuhn
Magen *157
Trygon
Gebißplatte *131
Trygon bleekeri
Uterusnahrung 635
Trypanosomen 297
Trypanosomenverschleppung 518
Tsetsefliegen *197
Larve und Puppe *624
Nahrung 195
vivipare 623
Tubifex
Schlammröhren *238, 239
Tubiclava annulata
Polypen *129
Tubularia indivisa *222
Tümpeltiere
Dauerstadien 776
Tupaja
Nahrung 53
Turbellarien
Bruternährung 625
Turgor 828
Türkenente
Polygamie 678
Turmschwalbennester 601
Turteltaube
Nest 596
Tüten
der Weiseln 721
Tylenchus tritici 571
Typhlopiden
Viviparie 634

U

Überleben
des Passendsten 917
Übungsspiele 670
Uca marionis *461
Uferläufer
Nest 596
Uferschwalben
Nestbau 595
Ugimyia
Larven 285
Ujifliege 286
Unbrunft 497
Uniformen
der Schmetterlinge 407
univore Tiere 27
Untergrund
Anpassung 381
Unterscheidung
der Nahrung bei jungen Tieren 668
Uranoscopus *331
Urbiene
Blumenbesucher *110
Urnahrung
der Meerestiere 23
der Tierwelt 22
Uropeltidae
Viviparie 634
Ursprung
der Insektenstaaten 703
Urwaldbiene
Waben *717
Urwaldtiere
Färbung 379
Pelz 855
Urzeugung
und Dauerzustände 779
Uterus 636
Uterusmilch 640
bei Beuteltieren 636
Uterusnahrung
bei Haien 635
bei Salamandra 633
bei Zoarces 633

V

Vagina
Hyäne 492
Vaginalpfropfen
der Nager 501
Vampyre 204
Vampyrmagen
Längsschnitt *206
Vandellia cirrosa 280
Vanessa
Saisondimorphismus 866
Vanessa atalanta
Temperaturaberrationen *870
Van t'Hoffsche Regel 849
Variabilität 915
Variationen
fluktuierende 915
Variationskurve
der Seitenschuppenzahlen von Pimapheles notatus *916
Velella
Massenversammlungen 680
Velella spirans *680
Ventilationsräume
der Termiten 756
Verbreitung
des Parasitismus 281
Vereinigung
der Geschlechter 429
Vererbung
erworbener Eigenschaften 906
von Regulationen 907
Verfolger
der Mimikrytiere 412
Vergewaltigung
der Weibchen bei Wirbellosen 503
Vergrößerung
der Eier bei Kälte 876
Verkümmerung
der Ostseetiere 830

Digitized by Google

Verlegenheitsnahrung 188
Versammlungen
von Vögeln 537
Versorgung
der Nachkommenschaft 555
Verständigungsmittel
bei Herdentieren 699
bei sozialen Insekten 759
Verstecken
der Tiere 331
Verteidigung
der Nachkommen 665
Verteidigungslaute 371
Vespa crabo
Brutparasitismus 673
Vespa germanica
Nestbau *710
Vespa media
Nest *713
Vierlinge 658
Viola typica 242
Violdrüsen 438
Vipera berus
Viviparie 634
Viperiden
Viviparie 634
Virbius varians
Farbwechsel 409
Viscacha
Bauten 685
Viscachera 685
Vitrina
Ernährung 128
Vitrina major *153
vivipar 623 s. a. **lebendgebärend**
vivipare Insekten 623
Viviparie 618
bei Amphibien 628
Entstehung bei Insekten 624
bei Fischen 624
bei Froschlurchen 632
bei Reptilien 633
Vögel
Baden 423
Balzhandlungen 450
blütenbesuchende 93
Brutdauer 611
Brutgewohnheiten 594
Brutkolonien 683
Brutparasitismus 678
Brutpflege 645
Eheleben 468
Eizahlen 604
Eizahn 646
Familienleben 692
gesellige 684, 688
Gewicht 805
Heimatliebe 612
Hochzeitskleider 446
insektenfressende 140
Intelligenz 928
Kämpfe 462
Mauserung 865
Mimikry 396
molluskenfressende 133
Mutualismus 683
Nestbau 594
Nestkolonien 685
Nestparasitismus 676
obstfressende 81
organisiertes Zusammenwirken 699
pflanzenfressende 48
planktonfressende 214
Polygamie 473
Reinlichkeit 422
Scheinkämpfe 466
Schlaf 894
Schnäbeln 436
Signalflecken 700
Stimmen 439
Tanz 454
Trinkgewohnheiten 784
als Trockenlufttiere 782
Wandermethoden 539
als Wassertiere 792
Werbungskünste 511
Vogelarten
Ausbreitung 546
Vogelberg
mit brütenden Lummen *687
Vogeleier 604
Vogelentwicklung 647
Vogelerziehung 648
Vogelflüge 688
Vogelfresser 147
Vogelinstinkt 649
Vogelmägen *157
Vogelmilbe 292
Vogelzug 531
Volkszahlen
bei Ameisen 732
bei Bienen 716
bei Wespen 711
Volucella
Brutparasitismus 674
Mimikry 397
Volumen
des umgebenden Mediums 819
Vorbrunst 497
Vorratskammern
der Ameisen 740
der Honigbiene 718
Vorratsmägen 157
Vorschwarm
der Bienen 721
Vultur fulvus *250

W

Waben
der Bienen 717
der Urwaldbiene *717
der Wespen 712
Wabenkröte
mit Jungen *631
Wachs
als Schutz gegen Austrocknung 785
als Schutzmittel 356
Wachsdrüsen
der Honigbiene 718
bei Hummeln 708
Wachsmotte 249
Wachstum
periodisches 766
Wachstum und Fortpflanzungsfähigkeit 480
Wachstum und Lebensraum 820
Wadenstecher 195
Waffen
der Männchen 462, 465
Wahlfresser 192
Waizenälchen 571
Waldtiere 808
Wale 214
Anpassungen ans Wasser 795
Atmung 795
Eheleben 470
Massenwanderungen 682
Nahrung 217
Schluckmethode 216
des Süßwassers 836
Zitzen 657
Walrat 796
Walroß
Nahrung 134
Walteria Leuckarti *812
Wanderameise *735
Wanderameisen s. a. **Dorylinen**
Insektenvertilgung 140
Jagdzüge 184
Polymorphismus 725
Wanderfische 519
Rheotropismus 817
Wanderflug 531
Führung 553
Wandergebiet
der Störche *540
Wanderheuschrecken 27, 517
Wandermethoden
der Vögel 539
Wandernester 734
Wanderschnelligkeit
der Zugvögel 545
Wandertaube *532
Wanderung
der Fische 527
der Goldregenpfeifer 543
von Schildkröten 530
Wanderung und Geschlechtstrieb 519
Wanderung und Nahrungsmangel 517
Wanderungen
der Tiere 513
Wanderzug und Tropismus
beim Vogelzug 554
Wanderzüge
der Heringe 524
der Vögel 531
Wanzen 196
Nahrung 207
Riechstoffe 365
Wanzenspritze 207, *208
Warmblüter 856
Wärmeformen
bei Schmetterlingen 871
Wärmeregulierung
bei Winterschläfern 860
Wärmeschutz
der Tiere 856
Wärmetiere 850
Warmwassertiere 851
Warnfarben 373
Warnungsruf 441
Waschbär
Nahrung 54

Digitized by Google

Waſſer
Zuſammenſetzung 823
Waſſerasſel
Nahrung 37
Waſſeraufnahme
der Tiere 783
Waſſereidechſen 791
Waſſerinſekten 786
Atmung der Eier 790
Waſſermilben 790
Waſſermolche 791
Waſſerökonomie
der Landtiere 783
Waſſerratte 55
Waſſerſäugetiere 793
Waſſerſchildkröten 792
Waſſerſchlangen 791
Waſſerſpinnen 790
Waſſertiere 767
nächtliche 895
Saiſondimorphismus 864
Waſſervögel 792
Waſſerwanze
mit Eiern auf dem Rücken *624
Waſſerwirbeltiere 792
pflanzenfreſſende 35
Webeneſter
bei Vögeln 597
Webermeiſe
Geſpinſtneſt *738
ſoziales Zuſammenwirken 738
Weberknecht
Nahrung 39
Webervogelneſt *597
Wedlia
Zwangsvereinigung 430
Wedlia bipartita *309
Wehrpolypen 268
Weibchen
Aktivität 432
befruchtungsunfähige der Ameiſen 724
Weibchen und Männchen
brutpflegend 603
Weibchenfutter 191
weibliche Herden 696
Weichfreſſer 82
Schnabelformen *82
Weich- und Körnerfreſſer 83
Weichtiere ſ. **Mollusken**
Weidenbohrer
Nahrung der Raupe 59
Weidengallmücken 572
Weihen
Brutgeſchäft 603
Neſt 596
Weinbergſchnecke
Eiablage *565
Liebesſpiele 433
Nahrung 45
Weiſeln 721
Weiſelwiege 718, *722
weiße Ameiſen 750
Wellenſittiche
ſchnäbelnd *437
Wels
Brutpflege 587
Weiſe
paraſitiſche 280
Wendehälſe
Neſtbau 595
Wenerſee
Fauna 832
Werbebewegungen 449
Werbung 433
Werbungsbewegungen
bei Spinnen 509
Werbungskünſte
bei Spinnen 507
Werbungsſpiele 433
Werkholzkäfer 59
Weſpen
als Blütenbeſucher 97
Nachahmung 398
Weſpenkönigin 711
Weſpenmännchen 711
Weſpenſtaat 711
Wetternſee
Fauna 832
Wickelkäfer
Brutpflege 574
Widderchen
Warnfarben 401
Wiederkäuermagen
als Gärkammer 265
Infuſorien 296
Wildenten
auf dem Zug *536
Wildgänſe
Brutpflege 649
Wind
Anpaſſung an 819
Tiere zuſammenblaſend 679
Windeinfluß
auf die Zugvögel 545
Windenſchwärmer 109
Winkelſchnabel *132
Winkerkrabbe *461
Winkerkrabben ſ. a. Uca
Ernährung 239
Winterbrüter 485, 552
Wintereier
der Daphniden 620
Wintergäſte 547
Wintergefieder 855
Winterinſekten 854
Winterpelz 855
Winterſchlaf 858
Winterſtarre 857
Wintervorräte
bei Wurzelmaus 55
Wipfeln
der Nonnenraupen 683
Wirbelloſe
Geſchlechtsreife 480
paarweiſes Zuſammenleben 467
Vergewaltigung der Weibchen 503
Wirbeltiere
waſſerbewohnende 792
Zwang und Gewalt im Geſchlechtsleben 506
Wirte
der Paraſiten 282
Wirtswechſel 318
Wohnröhre
von Balanoglossus 237
des Regenwurms *244
der Sandlaufkäferlarve *168
Wölfe
Höhlen 614
Wolfsmeuten 695
Wolfsſpinne
Begattung *506
Wolfsſpinnen
Brutpflege 622, 643
Wollfreſſer 248
Wühlmaus
Nahrung 53
Wurfgröße u. Zitzenzahl 657
Würmer
Autotomie 415
als Benthostiere 798
Brutpflege 619
im Obſt 87
Wurmfreſſer 127
Wurmigkeit
der Früchte 87
der Wurzeln 57
Wurmmehl 58
Wurzelfreſſer 55, 57
Wurzelläuſe u. Ameiſen 746
Wurzelmaus
Wintervorräte 55
Wüſtenamphibien 782
Wüſtenfuchs 377
Wüſtenreptilien 782
Wüſtenſchlangen
Färbung 377
Wüſtenſchnecken 776
Wüſtentiere
Färbung 377

X

xerophile Schnecken 776
Xyleborus saxeseni Ratzeb.
Bohrgänge *67
Xylina vetusta 87
Xylocopa
gemeinſame Überwinterung 707
Xylocopa violacea
Bau 583
Xyloterus lineatus
Bohrgänge *66

Y

Yoldia limatula 240
Yucca-Motten
Tanz *454
Yuccamotte 123

Z

Zahl
der Arbeiterinnen im Ameiſenſtaat 732
Zähmbarkeit
von Tieren 702
Zahnarme
Nahrung 142
Zahnkärpflinge
Viviparie 625
Zahnwale
Cephalopodenfreſſer 134

Digitized by Google

Rückbildung der Zähne 135
Seehundsfresser 152
Zaitha
Brutpflege 624
Zangenschnabel 82
Zaunkönig
Nest 598
Männchennest 602
Zebrida adamsi *386
Zecke
Anatomie *206
Zecken 199
Zellen
der Bienen 717
von Chalicodoma muraria 707
von Eumenes pomiformis *584
der Hummeln 708
der Termiten 756
der Wespen 712
Zentralnervensystem
der Tiere 924
Zellparasiten 300
Ziegen
in St. Helena 17
Zitzen 653
überzählige 657
Zitzen u. Milchdrüsen 657
Zitzenstellung u. Lebensweise 656
Zitzenzahl
bei Beuteltieren 654
Zitzenzahl u. Wurfgröße
Zoarces viviparus 657
Bruternährung 627
Uterusnahrung 633
Viviparie 625
Zoochlorellen 263
Zooglossus seychellensis
mit Larven *629
Zoophyten 221
Zooxanthellen 263
Zospeum *881
Zotten 638
Zottenfelder 640
Zuchtwahl
geschlechtliche 502
künstliche 908, 911
natürliche 914
natürliche im Geschlechtsleben 506
Zuckerrohrschädling 58
Zug
der Schwalben 541
der Störche 540
Zugrichtung
der Vögel 536
Zugstraßen
der Störche *541
der Vögel 539
Zugversammlungen
der Vögel 537
Zugvögel 533
Flugleistungen 544
Zunge
der Bienen 117
des Kolibris *96
als Reinigungsorgan 422
Zungen
von Nectarinien u. Meliphagiden *97
Zungenwürmer 293
zusammengesetzte Nester
der Ameisen 742
bei Termiten 758
Zusammensetzung
der Herden 695
Zuwachsstreifen
bei Knochenfischen 766
Zwangsvereinigung 430
Zweigniederlassungen
der Ameisen 734
zweijährige Tiere 491
Zwergformen
auf Inseln 820
bei Ostseetieren 830, *831
Zwergmännchen 430
bei Bonellia *190
bei Parasiten 310
Zwergmausnest *615
Zwergwels
Brutpflege 586
Zwillinge 658
Zwischenbrunst 498
Zwischenwirte 317
Zwitter 429
Zwittrigkeit 430
der Parasiten 307
Zygaenidae s. **Widderchen**
Zygoballus bettini
Kampfstellung *511
zyklische Entwicklung 862
Zyklus
mehrjähriger 491

Digitized by Google

DIE KULTUR DER GEGENWART

IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE

HERAUSGEGEBEN VON PROFESSOR PAUL HINNEBERG

Die „Kultur der Gegenwart" soll eine systematisch aufgebaute, geschichtlich begründete Gesamtdarstellung unserer heutigen Kultur darbieten, indem sie die Fundamentalergebnisse der einzelnen Kulturgebiete nach ihrer Bedeutung für die gesamte Kultur der Gegenwart und für deren Weiterentwicklung in großen Zügen zur Darstellung bringt. Das Werk vereinigt eine Zahl erster Namen aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis und bietet Darstellungen der einzelnen Gebiete jeweils aus der Feder des dazu Berufensten in gemeinverständlicher, künstlerisch gewählter Sprache auf knappstem Raume. Jeder Band ist inhaltlich vollständig in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.

Von Teil III Mathematik, Naturwissenschaften, Medizin sind u. a. erschienen:

ABSTAMMUNGSLEHRE, SYSTEMATIK PALÄONTOLOGIE, BIOGEOGRAPHIE

Unter Redaktion von R. Hertwig und R. v. Wettstein

Mit 112 Abb. [X. u. 612 S.] Lex.-8. 1913. Geh. M. 20.–, in Leinw. geb. 22.–, in Halbfr. M. 24.–

Inhalt: Die Abstammungslehre. Von R. Hertwig. — Prinzipien der Systematik mit besonderer Berücksichtigung des Systems der Tiere. Von L. Plate. — Das System der Pflanzen. Von R. v. Wettstein. — Biogeographie. Von A. Brauer. — Pflanzengeographie. Von A. Engler. — Tiergeographie. Von A. Brauer. — Paläontologie und Paläozoologie. Von O. Abel. — Paläobotanik. Von W. J. Jongmans. — Phylogenie der Pflanzen. Von R. v. Wettstein. — Phylogenie der Wirbellosen. Von K. Heider. – Phylogenie der Wirbeltiere. Von J. E. V. Boas.

Die Abstammungslehre ist die bedeutsamste Theorie, die jemals auf dem Gebiet der Biologie aufgestellt worden ist. Ihre Darstellung ist an den Anfang des Bandes gestellt worden, weil sie der Systematik, Biogeographie und Paläontologie, die lange Zeit vorwiegend als Hilfswissenschaften betrieben wurden, neue eigene und bedeutsame Ziele der Forschung gesetzt hat. Die Systematik bringt zunächst die verwandtschaftlichen Beziehungen, die zwischen den einzelnen Tier- und Pflanzenformen bestehen und durch vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Forschungen festgestellt worden sind, zum kurzen Ausdruck. Hieran reiht sich die weitere Aufgabe, die Bestimmung der Arten zu ermöglichen und ihre Zugehörigkeit zu den großen Hauptgruppen des Tier- und Pflanzenreichs festzustellen, indem die unterscheidenden Merkmale in kurzen Diagnosen hervorgehoben werden. Die Abschnitte Paläontologie und Biogeographie beginnen mit einer für beide Reiche geltenden, die allgemeinen Prinzipien darstellenden Einleitung, und an dieselbe schließt sich die getrennte Darstellung der wichtigsten Resultate, zu denen Zoologie und Botanik gelangt sind. Den Abschluß des Bandes bildet die spezielle Abstammungsgeschichte des Tier- und Pflanzenreichs. In den beiden sie behandelnen Kapiteln wird der Versuch gemacht, den Leser über die wichtigsten Vorstellungen zu orientieren, zu denen die Biologie auf Grund ihrer gesamten Forschungsergebnisse bezüglich der allmählichen Entwicklung der Organismenwelt gelangt ist.

ZELLEN- UND GEWEBELEHRE, MORPHOLOGIE UND ENTWICKLUNGSGESCHICHTE

Unter Redaktion von †E. Strasburger und O. Hertwig

1. Botanischer Teil

Unter Redaktion von †E. Strasburger.
Mit 135 Abb. [VIII u. 338 S.] Lex.-8. 1913.
Geh. M. 10.—. In Leinwand geb. M. 12.—.
In Halbfranz geb. M. 14.—.

2. Zoologischer Teil

Unter Redaktion von O. Hertwig.
Mit 413 Abb. [VIII u. 538 S.] Lex.-8. 1913.
Geh. M. 16.–. In Leinwand geb. M. 18.—.
In Halbfranz geb. M. 20.–.

Inhalt des botanischen Teiles: Pflanzliche Zellen- und Gewebelehre. Von †E. Strasburger. — Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen. Von W. Benecke. — **Inhalt des zoologischen Teiles:** Die einzelligen Organismen. Von R. Hertwig. — Zellen und Gewebe des Tierkörpers. Von H. Poll. — Allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungslehre der Tiere. Von O. Hertwig. — Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Wirbellosen. Von K. Heider. – Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Von F. Keibel. — Morphologie der Wirbeltiere. Von E. Gaupp.

„Eine der großartigsten Unternehmungen ist diese ‚Kultur der Gegenwart' und der Herausgeber, die Abteilungsleiter und Bandredakteure wie der Verleger verdienen Dank und Anerkennung. Gerade für die beiden vorliegenden Bände, die die Lehre von den organischen Formen und ihre Entwicklung behandeln, war es besonders schwer, allgemeinverständlich und dabei doch gründlich zu sein. Um so mehr darf man sich freuen, die Lösung der Aufgabe als gelungen bezeichnen zu können. Mitten in den speziellen Auseinandersetzungen merkt man das auf die allgemeine Aufgabe gerichtete Auge, das Bestreben, auch den entlegensten Teil der Wissenschaft der großen Kultur der Gegenwart einzuordnen." **(Deutsche Literaturzeitung.)**

Probeheft (mit Auszug aus dem Vorwort des Herausgebers, der Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes, dem Autoren-Verzeichnis und mit Probestücken aus dem Werke) sowie über die erschienenen Bände umsonst u. postfrei vom **Sonder-Prospekte**

Verlag B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Digitized by

DIE KULTUR DER GEGENWART

IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE

HERAUSGEGEBEN VON PROFESSOR PAUL HINNEBERG

Von Teil III Mathematik, Naturwissenschaften, Medizin sind ferner erschienen bzw. unter d. Presse*:

*ALLGEMEINE BIOLOGIE

Unter Redaktion von †C. Chun und W. Johannsen. [Erscheint im Sommer 1914]

INHALT. Zur Geschichte der Biologie von Linné bis Darwin. Von E. Rádl. Die Forschungsrichtungen der Biologie und die zoologischen Untersuchungsmethoden. Von A. Fischel. Die Untersuchungsmethoden des Botanikers. Von O. Rosenberg. Zur Geschichte und Kritik des Begriffes der Homologie. Von H. Spemann. Über die Zweckmäßigkeit der Organismen. Von O. zur Strassen. Die allgemeinen Kennzeichen der organischen Substanz. Von W. Ostwald. Das Wesen des Lebens. Von W. Roux. Lebenslauf, Alter und Tod des Individuums. Von W. Schleip. Protoplasma. Von B. Lidforss. Zellulärer Bau, Elementarstruktur, Urzeugung. Von B. Lidforss. Mikrobiologie. Von M. Hartmann. Entwicklungsmechanik der Tiergestalten. Von E. Laqueur. Regeneration der Tiere. Von H. Przibram. Regeneration im Pflanzenreich. Von E. Baur. Die Fortpflanzung der Tiere. Von E. Godlewski. Periodizität im Leben der Pflanze. Von P. Claussen. Periodizität. Von W. Johannsen. Pflanze und Tier. Von O. Porsch. Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Tieren. Von O. Porsch. Methoden und Ergebnisse der Hydrobiologie. Von P. Boysen-Jensen. Experimentelle Grundlagen der Descendenzlehre, Vererbung, Variabilität, Kreuzung, Mutation. Von W. Johannsen.

*PHYSIOLOGIE UND ÖKOLOGIE

Unter Redaktion von G. Haberlandt und M. Rubner

1. **Botanischer Teil** unter Redaktion von G. Haberlandt. Inhalt: A. Einleitung. B. Ernährung. Von Fr. Czapek. C. Wachstum. D. Bewegungsvermögen. Von H. v. Guttenberg. E. Die Fortpflanzung. Von E. Baur. 2. **Zoologischer Teil** unter Redaktion von M. Rubner. Bearbeiter und Inhalt noch unbestimmt.

CHEMIE

Unter Redaktion von E. v. Meyer

ALLGEMEINE KRISTALLOGRAPHIE UND MINERALOGIE

Unter Redaktion von Fr. Rinne

Mit 53 Abbildungen. [XIV u. 663 S.] Lex.-8. 1913.

Geh. M. 18.—, in Leinwand geb. M. 20.—, in Halbfranz geb. M. 22.—

INHALT. Entwicklung der Chemie von Robert Boyle bis Lavoisier (1660—1793): Von E. v. Meyer. — Die Entwicklung der Chemie im 19. Jahrhundert durch Begründung und Ausbau der Atomtheorie: Von E. v. Meyer. — Anorganische Chemie: Von C. Engler und L. Wöhler. — Organische Chemie: Von O. Wallach. — Physikalische Chemie: Von R. Luther und W. Nernst. — Photochemie: Von R. Luther. — Elektrochemie: Von M. Le Blanc. — Beziehungen der Chemie zur Physiologie: Von A. Kossel. — Beziehungen der Chemie zum Ackerbau: Von †O. Kellner und H. Immendorf. — Wechselwirkungen zwischen der chemischen Forschung und der chemischen Technik: Von O. Witt. — Allgemeine Kristallographie und Mineralogie: Von Fr. Rinne.

„Wer einmal die Haupttatsachen der Chemie in ihrem Zusammenhang und in ihrer Bedeutung nach dem neuesten Stande unseres Wissens überblicken möchte, der lese in diesem Werke. Und wäre er selbst Chemiker, so wird er so vieles unter ganz neuen Gesichtspunkten, so völlig losgelöst vom Ballast der üblichen Lehrbuchchemie behandelt, so eigenartig dargestellt und doch so harmonisch zu einem Ganzen gefügt finden, daß auch er mit großem Genusse darin lesen wird. Für den Lehrer der Chemie bildet das Buch eine wahre Fundgrube von Anregungen für seinen Unterricht in wissenschaftlicher und in methodischer Hinsicht. Mit der zusammenhanglosen Aufzählung von Wissensstoff nach Art der Lexika hat das Buch nichts gemein, auch nichts mit der trockenen Aneinanderreihung, wie wir sie in den meisten wissenschaftlichen Lehrbüchern zu finden gewohnt sind; es ist ein ausgezeichnetes Lehrbuch der Chemie für fortgeschrittene Studierende und für gebildete Laien, ein Buch, das in der chemischen Handbücherei höherer Schulen nicht fehlen sollte."

(Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften.)

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Digitized by Google

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Einführung in die allgemeine Biologie. Von W. T. Sedgwick und E. B. Wilson.

Autorisierte Übersetzung nach der zweiten Auflage von Dr. R. Thesing. Mit 126 Abb. gr. 8. 1913. Geh. M. 6.—, in Leinwand geb. M. 7.—

Das Werk beabsichtigt, den Anfänger zu einem tieferen Verständnis des Baues und der Funktionen der Lebewesen hinzuführen. Eine Kenntnis, wie sie heute zur allgemeinen Bildung gehört, und die zugleich die Grundlage für ein eindringenderes Studium der allgemeinen Biologie, Zoologie, Botanik, Physiologie oder Medizin liefert. Die vorliegende deutsche Ausgabe wurde auf Grund der zweiten englischen Auflage veranstaltet, die gegenüber der ersten Auflage durch Einbeziehung der einzelligen Tiere und Pflanzen erweitert wurde. Gegenüber dem englischen Original erscheint die deutsche Ausgabe mit einem reicheren Anschauungsmaterial versehen, außerdem mußten auch an zahlreichen Stellen, so vor allen Dingen bei dem Abschnitt über einzellige Tiere, verschiedene Änderungen vorgenommen werden, die sich durch den Fortschritt der Forschung als notwendig erwiesen.

„Die Verfasser verstehen es in geradezu wunderbarer Weise, durch gut gewählte Beispiele die Lebensformen der Tier- und Pflanzenwelt einander gegenüberzustellen: ein Regenwurm, ein Farnkraut, zwei Lebensformen, die biologisch so vieles gemeinsam haben, daß man schwerlich bessere Vergleichsgegenstände finden kann. Wie nun die Verfasser, von diesen beiden Beispielen ausgehend, zu immer höheren Formen aufsteigen, immer bemüht, die jeweiligen Studienobjekte im Rahmen des biologischen Gesamtbildes zu zeigen, wie sie die Anpassung der Tiere aneinander, ihre Beziehung zur Umgebung und anderes mehr klar legen und wie sie insbesondere stets bestrebt bleiben, durch sehr geschickt gewählte Gleichnisse und Bilder ihren schwierigen Stoff einem Laien klar zu machen, das alles sind Vorzüge dieses Lehrbuches, die es vor vielen andern auszeichnen. Die Übersetzung Thesings liest sich glatt und formvollendet." **(Kölnische Zeitung.)**

Mendels Vererbungstheorien. Von W. Bateson, M. A., F. R. S., V. M. H.

Aus dem Englischen übersetzt von Alma Winckler. Mit einem Begleitwort von R. von Wettstein sowie 41 Abbildungen im Text, 6 Tafeln und 3 Porträts von Mendel. gr. 8. 1914. Geheftet M. 12.—, in Leinwand gebunden M. 13.—.

Dieses Buch soll eine Darstellung der Mendelschen Entdeckung sowie der neuesten in den letzten Jahren durch die Anwendung dieser Forschungsmethoden auf die verschiedenartigsten Pflanzen und Tiere erworbenen Erfahrungen geben. Die interessantesten dieser neueren Ergebnisse beziehen sich auf die Vererbung von Geschlechtsmerkmalen, auf die Bedeutung des „Rückschlags" und ähnliche biologische Probleme, welche augenblicklich besonderes Interesse beanspruchen. Eine Reihe der angeführten Beispiele dient zur Illustration der Anwendung Mendelscher Theorien auf die Vererbung beim Menschen. Es ist insbesondere gezeigt worden, daß die bei der Vererbung von Farbenblindheit und gewissen anderen abnormen Zuständen beobachteten Eigentümlichkeiten völlig in Einklang stehen mit einem bestimmten und gesetzmäßigen Vererbungsschema.

Pflanzenanatomie. Von W. J. Palladin, Professor an der Universität in Petersburg.

Nach der 5. russischen Auflage übersetzt und bearbeitet von Dr. S. Tschulok, Privatdozent an der Universität Zürich. Mit 174 Abb. gr. 8. 1914. Geh. M. 4.40, in Leinw. geb. M. 5.—

Nachdem die Pflanzenphysiologie Palladins in Deutschland mit Beifall aufgenommen wurde, lag es nahe, auch die Anatomie dieses bei uns hochgeschätzten Botanikers, die im Russischen bereits 5 Auflagen erlebt hat, ins Deutsche zu übertragen. Es gab bisher kein Werk, das eine Mittelstellung eingenommen hätte zwischen den umfangreichen Spezialwerken und den kürzeren Abschnitten, die diesem Gegenstand in den botanischen Gesamtlehrbüchern gewidmet zu sein pflegen. In diese Lücke wird das neue Buch eintreten. Es möchte der Begleiter der jungen Studierenden in die Vorlesungen über Pflanzenanatomie werden. Eine große Zahl vorzüglicher Abbildungen ist gerade für diesen Gegenstand sehr zweckmäßig. So wurde das gesamte Illustrationsmaterial, den modernsten Ansprüchen entsprechend, von Grund aus neu gestaltet.

Lehrbuch der Paläozoologie. Von Dr. Stromer von Reichenbach, a. o. Professor an der Universität München.

In 2 Teilen. gr. 8. In Leinwand geb. je M. 10.—. I. Teil. Wirbellose Tiere. Mit 398 Abb. 1909. II. Teil. Wirbeltiere. Mit 234 Abb. 1912.

„Nach diesem Werk bestand ein wahres Bedürfnis.... Der Verfasser geht auch auf Organisation und Lebensweise der Tiere ein und vermeidet die gerade in der Paläontologie so an der Tagesordnung befindlichen systematischen Streitfragen.... Als besondere Vorzüge des Werkes möchte ich rühmen, daß es von den lebenden Formen zu den fossilen vorschreitet und keine besonderen geologischen Kenntnisse voraussetzt. Dadurch wird es für den Tierkundigen besonders wertvoll, während es dem Geologen den Vorteil bietet, daß darin vielmehr auf Verhältnisse im Bau der Tiere eingegangen wird, als der Geologe für seine Zwecke sonst in Lehrbüchern der Zoologie findet. So wird es für beide Wissenschaften fruchtbar sein. Die Abschnitte über Erhaltungsbedingungen von Fossilien, die Bedeutung und Bildung der Skelette verpflichten ebenfalls zu Dank. Wie man sieht, hat der Verfasser mit glücklichem Blick gerade die wenig gepflegten Grenzbeziehungen erfaßt.... Die illustrative Ausstattung mit ihren vielen Originalbildern ist ganz hervorragend...." **(Die Natur.)**

Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen. Für den Gebrauch in zoologischen, botanischen, medizinischen und landwirtschaftlichen Laboratorien.

Von Dr. Ernst Küster, Professor an der Universität Bonn. 2., vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 25 Abbildungen. gr. 8. 1913. Geh. M. 8.—, in Leinwand geb. M. 8.60

Das Buch gibt eine Anleitung zum Kultivieren aller Arten von Mikroorganismen (Protozoen, Flagellaten, Myxetozoen, Algen, Pilzen, Bakterien), bringt eine Übersicht über die wichtigsten Methoden zu ihrer Gewinnung und Isolierung, behandelt ihre Physiologie, insbesondere die Ernährungsphysiologie, soweit ihre Kenntnis für Anlegen und Behandeln der Kulturen unerläßlich ist, und versucht zu zeigen, in wie mannigfacher Weise die Kulturen von Mikroben für das Studium ihrer Entwicklungsgeschichte, Physiologie und Biologie verwertet werden können und schon verwertet worden sind.

„Das Buch erfüllt nicht nur seinen eigentlichen Zweck in ausgezeichneter Weise, indem es mit peinlichster Genauigkeit und Sorgfalt und unter Berücksichtigung der zahlreichen und verstreuten Literaturangaben eine Übersicht zur Gewinnung und Isolierung sowohl der Bakterien als auch — was uns besonders wertvoll erscheint — der Protozoen, Flagellaten, Algen, Pilze usw. gibt, sondern es bietet weit mehr. Der allgemeine Teil, der unter anderem die Frage ‚Wasser und Glas', die verschiedenen Nährsubstrate, den Einfluß von Sauerstoff, die Wirkung von Giften und Stoffwechselprodukten behandelt, der spezielle Teil, der sich mit den Gruppen der Mikroorganismen, ihren Fundstellen, ihren Ernährungsbedingungen, ihren biologischen Eigenschaften beschäftigt, der Anhang endlich, der den Züchtungsmethoden höherer Lebewesen gewidmet ist, bietet eine derartige Fülle von Anregungen, daß das Werk jedem praktisch und wissenschaftlich arbeitenden Biologen willkommen sein wird." **(Die Naturwissenschaften.)**

Digitized by Google

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Handbuch
der naturgeschichtlichen Technik
für Lehrer u. Studierende d. Naturwissenschaften

unter Mitwirkung von zahlreichen Fachgelehrten herausgegeben von

Professor Dr. Bastian Schmid

Mit 381 Abb. [VIII u. 555 S.] Lex.-8. 1914. Geh. M. 15.—, in Leinw. geb. M. 16.—

Das Werk will in erster Linie dem Lehrer der Naturgeschichte in allen technischen Fragen, die an ihn sowohl im theoretischen als auch im praktischen Unterricht, bei seinen Exkursionen, in seiner Tätigkeit als Konservator der Sammlungen und seiner Aufgabe als Organisator von biologischen Schuleinrichtungen herantreten, ein Wegweiser sein. Es will ihm aber auch Material für seine Fortbildung in technischer Hinsicht geben, das ihn sowie den Studierenden der Naturwissenschaften befähigt, die Vorarbeiten zu selbständigen Beobachtungen und Untersuchungen zu erledigen. Bei der weitgehenden Spezialisierung auf dem Gebiete der biologischen Technik ist es heutzutage dem einzelnen unmöglich, das Ganze zu beherrschen. Und so hat der Herausgeber, um von vornherein alle die Mängel auszuschließen, die zweifellos den referierenden Werken anhaften, die das vermissen lassen, was wir in der Wissenschaft so hoch schätzen, sich entschlossen, mit einer Anzahl hervorragender Spezialisten eine Technik zu schaffen, von der jedes Kapitel auf Ursprünglichkeit Anspruch machen kann.

Inhalt:

Mikroskopisch-zoologische Technik. Von H. Poll.
Mikroskopisch-botanische Technik. Von H. Fischer.
Pflanzenphysiologische Versuche. Von P. Claussen.
Tierphysiologische Versuche. Von R. Rosemann.
Hydrobiologische Sammelmethoden. Von E. Wagler.
Das Sammeln und Präparieren von Insekten. Von O. Steche.
Fundplätze, Fang und Transport der Weich- und Wirbeltiere. Von P. Kammerer.
Konservieren von Pflanzen. Von B. Schorler.
Konservieren und Aufstellen von Tieren. Von B. Wandolleck.
Die Haltung lebender Tiere. Von F. Urban.
Die Schulgärten. Von P. Esser.
Die optischen Instrumente der biologischen Technik. Von H. Fischer.
Photographie. Von B. Wandolleck.
Exkursionen. Von K. Fricke.
Über zeitgemäße Einrichtungen für den naturgeschichtlichen Unterricht. Von Bastian Schmid.
Die Einrichtung geologischer, paläontologischer und mineralog. Schulsammlungen. Von Alfred Berg.
Pflege der Naturdenkmäler. Von W. Bock.

Skizzen und Schemata für den zoologisch-biologischen Unterricht. Zugleich zum Gebrauch für Studenten der Naturwissenschaften. Von Dr. **Otto Jankon,** Oberlehrer, Leiter des Museums für Naturkunde in Köln. 75 mehrfarbige Tafeln nebst Erläuterungen. [IV u. 46 S.] gr. 8. 1912. In Karton M. 10.—

„Auf den 75 großen Tafeln (17,5 × 24,5 cm) ist ziemlich alles zu finden, was für den zoologischen Unterricht überhaupt in Betracht kommt. Außer diesen 75 Tafeln ist nun noch auf 46 Seiten ein Begleitwort beigegeben, das in ganz knappen aber vollständigen Sätzen über alle Hauptpunkte des zoologischen Unterrichts klare Auskunft gibt und daher geradezu mustergültig genannt werden kann. Will ein Lehrer sich über die wesentlichen, den Schülern einzuprägenden Tatsachen aus irgendeinem Kapitel der Zoologie schnell und sicher orientieren, wird diese Erläuterung der Jankonschen Tafeln ihm den besten Dienst erweisen. Dem Studierenden sowohl wie dem Lehrer der Biologie kann das Werk als Leitfaden warm empfohlen werden." (Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften.)

Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Neue Untersuchungen einer alten Frage. Von **Georg Kerschensteiner.** [X u. 141 S.] gr. 8. 1914. Geheftet M. 3.—, in Leinwand gebunden M. 3.60.

Die Untersuchung erstreckt sich zunächst darauf, ob und wie das logische Denkverfahren durch Beschäftigung mit Naturwissenschaften gefördert werden kann. An Übersetzungsbeispielen aus griechischen, lateinischen und englischen Klassikern wird der Prozeß des logischen Denkverfahrens studiert; in Beispielen und Gegenbeispielen aus der Physik, Chemie und Biologie werden die gleichen Prozesse nachgewiesen. So wird zunächst ein Einblick in das Wesen der geistigen Zucht und zugleich in die Werkstatt philosophischer und naturwissenschaftlicher Arbeit gewonnen. Die Untersuchung über die Begriffe „wahrnehmen" und „beobachten" führt sodann zu dem Ergebnis, daß „beobachten" nur ein spezieller Fall eines vollständig entwickelten Denkverfahrens ist. Indem die Untersuchung dann weiterhin darlegt, daß und wie die rechte Beschäftigung mit den Naturwissenschaften die Seele mit dem Geist der Gesetzmäßigkeit und dem Bedürfnis nach eindeutiger Formulierung der Begriffe erfüllt, leitet sie naturgemäß zur Untersuchung über den Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts für die Entwicklung moralischer Eigenschaften über, die nun im einzelnen studiert werden. Dabei stellt sich aber auch klar heraus, daß der naturwissenschaftliche Unterricht notwendig der Ergänzung durch den sprachlich-historischen Unterricht bedarf, weil er zwar zu der Welt des Müssens, niemals aber zu der Welt des Sollens führen kann. Den Schluß der Untersuchung bilden Vorschläge für die Organisation der realistischen Schulen, die es ermöglichen sollen, daß die Erziehungswerte des naturwissenschaftlichen Unterrichts in vollem Umfange zur Geltung kommen.

Digitized by Google

Prof. Dr. Bastian Schmids
Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek

Große Biologen

Bilder aus der Geschichte der Biologie

Von Professor Dr. **Walther May** in Karlsruhe

Für reife Schüler. Mit 21 Bildnissen. [VI u. 201 S.] 8. 1914. In Leinwand gebunden M. 3.—

Das Buch will reife Schüler und Studierende zu den Quellen biologischen Wissens leiten. Zu diesem Zweck entwirft es in 8 Kapiteln ein Bild von der Forschertätigkeit der hervorragendsten Biologen des Altertums und der Neuzeit, eines Aristoteles, Linné, Cuvier, Baer, Johannes Müller, Schleiden, Pasteur und Darwin. Jede dieser Einzeldarstellungen wird durch eine historische Übersicht eingeleitet und abgeschlossen, so daß das Buch einen kurzen Abriß der Biologiegeschichte darstellt. Ein ausführliches, sorgfältig ausgewähltes Literaturverzeichnis soll das tiefere Eindringen in den behandelten Stoff erleichtern.

Biologisches Experimentierbuch

Anleitung zum selbsttätigen Studium der Lebenserscheinungen für jugendliche Naturfreunde

Von Oberlehrer Professor Dr. **C. Schäffer** in Hamburg

Für mittlere u. reife Schüler. Mit 100 Abbildungen. [IV u. 272 S.] 8. 1912. In Leinw. geb. M. 4.—

Zum ersten Male wird hier der Versuch gemacht, aus dem Gesamtgebiete der Biologie (Botanik, Zoologie und menschliche Physiologie) eine große Zahl von lehrreichen Experimenten für den unmittelbaren Gebrauch des Schülers zusammenzustellen. Von den Erscheinungen der Keimung an werden alle wesentlichen Lebenserscheinungen der Pflanzen behandelt. An die Pflanzen schließt sich in aufsteigender Anordnung das Tierreich und zum Schluß der Mensch. Unter den Experimenten mit Tieren beanspruchen einen verhältnismäßig großen Raum die Versuche mit Ameisen, Bienen und Wespen, die in das interessante Gebiet der Tierpsychologie einführen. Fast alle Versuchsobjekte sind so gewählt, daß sie leicht zu erlangen sind. Auch die erforderlichen Apparate sind größtenteils mit ganz geringen Mitteln herzustellen. — Obwohl in erster Linie für Schüler berechnet, wird das Buch auch der Lehrerwelt manche Anregung zur Ausgestaltung des Unterrichts bieten können.

„In Aufbau und Stoffauswahl ist das Buch ausgezeichnet; die Beschreibung der Versuche ist für reifere Schüler leicht faßlich. Man merkt es dem Buch fast auf jeder Seite an, daß es aus der Praxis heraus entstanden ist. Besonders ausführlich und empfehlenswert sind die Kapitel über Ameisen, Bienen und Wespen; hier ist viel von dem Material der modernen Tierpsychologie in vorbildlicher Weise verwertet. Die Ausstattung des Werkchens ist gut. Es stellt nicht nur einen wertvollen Führer dar für die häusliche Beschäftigung naturwissenschaftlich interessierter Schüler, sondern wird auch dem Lehrer der Biologie für den experimentellen Unterricht von großem Nutzen sein." (**Südwestdeutsche Schulblätter.**)

Ferner sind bisher erschienen:

Physikalisches Experimentierbuch. Von H. Rebenstorff. 2 Teile. I. Teil: Für jüngere u. mittlere Schüler. M. 3.—. II. Teil: Für mittlere u. reife Schüler. M. 3.—

An der See. Von P. Dahms. Für mittlere und reife Schüler. M. 3.—

Große Physiker. Von H. Keferstein. Für reife Schüler. M. 3.—

Himmelsbeobachtung mit bloßem Auge. Von F. Rusch. Für reife Schüler. M. 3.50.

Geologisches Wanderbuch. Von K. G. Volk. Für mittlere u. reife Schüler. 2 Teile. I. Teil. M. 4.—, II. Teil ca. M. 4.—

Küstenwanderungen. Von V. Franz. Biologische Ausflüge für mittlere und reife Schüler. M. 3.—

Anleitung zu photographischen Naturaufnahmen. Von Georg E. F. Schulz. Für mittlere und reife Schüler. M. 3.—

Die Luftschiffahrt. Von R. Nimführ. Für reife Schüler. M. 3.—

Vom Einbaum zum Linienschiff. Von K. Radunz. Für mittlere und reife Schüler. M. 3.—

Vegetationsschilderungen. Von P. Gräbner. Für mittlere und reife Schüler. M. 3.—

An der Werkbank. Von G. Gscheidlen. Für mittlere und reife Schüler. M. 4.—

Chemisches Experimentierbuch für Knaben. Von K. Scheid. 2 Teile. I. Teil. Für jüngere u. mittlere Schüler. 3. Aufl. M. 3.— II. Teil. Für reife Schüler.

Unsere Frühlingspflanzen. Von F. Höck. M. 3.—

Aus dem Luftmeer. Von M. Sassenfeld. Für reife Schüler. M. 3.—

Physikalische Plaudereien für die Jugend. Von L. Wunder. Für jüngere Schüler. Kart. M. 1.—

Hervorragende Leistungen der Technik. Von K. Schreber. 2 Teile. I. Teil für reife Schüler. M. 3.— [II. Teil in Vorb.]

Chemische Plaudereien für die Jugend. Von L. Wunder. Für jüngere Schüler. Kart. M. 1.—

Geographisches Wanderbuch. Von A. Berg. Für reife Schüler. M. 4.—

Vom Tierleben in den Tropen. Von K. Günther. Für jüngere Schüler. Unter der Presse. Kart. M. 1.—

Versuche mit lebenden Pflanzen. Von M. Oettli. Für jüngere Schüler. Kart. M. 1.—

Mein Handwerkszeug. Von O. Frey. Für jüngere Schüler. Kart. ca. M. 1.—

Alle Bände sind reich illustriert und geschmackvoll in Leinwand gebunden.

Ausführlicher und illustrierter Prospekt umsonst und postfrei vom Verlag B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

Digitized by Google

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Mathematische Bibliothek

Gemeinverständliche Darstellungen aus der Elementar-Mathematik für Schule und Leben

Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von

Dr. **W. Lietzmann** und Professor Dr. **A. Witting**

Die Sammlung bezweckt, allen denen, die Interesse an der Mathematik im weitesten Sinne des Wortes haben, es in angenehmer Form zu ermöglichen, sich über das gemeinhin in den Schulen Gebotene hinaus zu belehren und zu unterrichten. Die Bändchen geben also teils eine Vertiefung und eingehendere Bearbeitung solcher elementarer Probleme, die allgemeinere kulturelle Bedeutung oder besonderes mathematisches Gewicht haben, teils sollen sie Dinge behandeln, die den Leser — ohne zu große Anforderungen an seine mathematischen Kenntnisse zu stellen — in neue Gebiete der Mathematik einführen.

Von zahlreichen Schulbehörden empfohlen

In Kleinoktavbändchen kartoniert je ℳ —.80.

Bisher erschienen:

1. **E. Löffler**, Ziffern und Ziffernsysteme bei den Kulturvölkern in alter und neuer Zeit. 1912.
2. **H. Wieleitner**, der Begriff der Zahl in seiner logischen und historischen Entwicklung. Mit 10 Figuren. 1911.
3. **W. Lietzmann**, der pythagoreische Lehrsatz mit einem Ausblick auf das Fermatsche Problem. Mit 44 Figuren. 1912.
4. **O. Meißner**, Wahrscheinlichkeitsrechnung nebst Anwendungen. Mit 6 Figuren. 1912.
5. **H. E. Timerding**, die Fallgesetze. Mit 20 Fig. 1912.
6. **M. Zacharias**, Einführung in die projektive Geometrie. Mit 18 Figuren. 1912.
7. **H. Wieleitner**, die sieben Rechnungsarten mit allgemeinen Zahlen. 1912.
8. **P. Meth**, Theorie der Planetenbewegung. Mit 17 Figuren. 1912.
9. **A. Witting**, Einführung in die Infinitesimalrechnung. Mit 40 Figuren. 1912.
10. **W. Lietzmann** und **V. Trier**, wo steckt der Fehler? Mit 24 Figuren. 1913.
11. **P. Zühlke**, Konstruktionen in begrenzter Ebene. Mit 65 Figuren. 1913.
12. **E. Beutel**, die Quadratur des Kreises. Mit 15 Figuren. 1913.
13. **Ph. Maennchen**, Geheimnisse der Rechenkünstler. 1913.
14. **R. Rothe**, darstellende Geometrie des Geländes. Mit 82 Figuren. 1914.
15. **A. Witting** u. **M. Gebhardt**, Beispiele zur Geschichte der Mathematik. Mit 28 Figuren. 1913.

Weitere Bändchen in Vorbereitung.

Aus den Urteilen:

„Diese Sammlung mathematischer Einzeldarstellungen bildet eine wirkliche Bereicherung unserer mathematischen Literatur. Der Inhalt der bisher erschienenen Bändchen kann Anspruch auf allgemeines mathematisches Interesse erheben, denn es werden tatsächlich nur Fragen „von allgemeiner kultureller Bedeutung oder von besonderem mathematischen Gewicht" in ansprechender, dabei knapper Form behandelt. Zur Anschaffung für die Lehrer- und Schülerbibliothek der oberen Klassen kann die Sammlung angelegentlichst empfohlen werden."
(Monatschrift für höhere Schulen.)

„Die Namen der Verfasser bürgen nicht nur dafür, daß alle Angaben dem Stande der neuesten Forschungen entsprechen, sondern auch durch ihre berufliche Tätigkeit dafür, daß sie ein genaues Urteil haben, wieviel an positiven Kenntnissen und an mathematischem Denken sie bei ihren Lesern voraussetzen dürfen. Es ist bewundernswert, wie die Früchte eines überaus reichen Quellenstudiums in der fleißigen Arbeit auf so engen Raum haben zusammengedrängt werden können, ohne daß dadurch der Gemeinverständlichkeit Abbruch getan ist."
(Himmel und Erde.)

Grundlehren der Chemie und Wege zur künstlichen Herstellung von Naturstoffen.

Von Dr. **Ernst Rüst**, Professor an der kantonalen Handelsschule Zürich. [IV u. 138 S.] 8. 1914. Geh. M. 1.60, in Leinwand geb. M. 2.—

Die vorliegende Schrift führt zunächst in die wichtigsten Grundlehren der Chemie ein und legt sodann das Hauptgewicht darauf, dem Leser an Hand der so gewonnenen Kenntnisse ein Bild des für den modernen Kulturmenschen interessantesten Teils der chemischen Technik zu entwerfen: der Synthese der Naturstoffe. In erster Linie wendet sich das Büchlein an solche Leser, welche ohne besondere chemische Vorkenntnisse zu einem gründlichen Verständnis dieser bedeutsamen Fragen kommen möchten; es bietet aber auch Schülern der oberen Klassen höherer Lehranstalten Gelegenheit, ihre chemischen Kenntnisse von anderen Gesichtspunkten aus zu wiederholen und zu vertiefen. Durch Angabe von Produktion, von Einfuhr und Ausfuhr und durch Mitteilung von Preisen sucht der Verfasser die wirtschaftliche Bedeutung der besprochenen Erzeugnisse der chemischen Technik ins rechte Licht zu setzen, auch glaubt er durch Angaben über die geschichtliche Entwickelung und durch die Art der Darstellung den Lehrern der Chemie einige neue Anregungen zur Behandlung technischer Probleme zu bieten.

Wirkungsweise und Gebrauch des Mikroskopes und seiner Hilfsapparate.

Von Prof. Dr. **W. Scheffer**. Mit 89 Abbildungen im Text und 3 Blendenblättern. [VII u. 116 S.] gr. 8. 1911. Geh. M. 2.40, in Leinwand geb. M. 3.—

„Die geometrisch-optischen Verhältnisse werden präzise und mit sehr angenehm diskreter Behandlung der mathematischen Erfordernisse abgehandelt. Es werden die Grenzmöglichkeiten des Auffassungsvermögens theoretisch nicht nur, sondern auch hervorragend praktisch durchgesprochen, mit eindringlicher Deutlichkeit wird die Beleuchtungsfrage für visuelles Arbeiten und für Projektion und Photographie dargestellt. Die Apparate, welche zu den verschiedenen Spezialarbeiten erforderlich sind, werden sämtlich an der Hand der Produkte von Zeiß beschrieben... Ferner verdient die „kurze Inhaltsübersicht", welche dem Text vorausgeschickt ist, besondere Erwähnung. In ihr findet sich der ganze theoretische Inhalt in konzisester Form zusammengedrängt, gleichsam als Repetitorium gedacht. Das Buch erfüllt in angenehmer Form alle berechtigten Wissensbedürfnisse des Praktikers."
(Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie.)

Digitized by Google

WISSENSCHAFT UND HYPOTHESE

Sammlung von Einzeldarstellungen aus dem Gesamtgebiete der Wissenschaften mit besonderer Berücksichtigung ihrer Grundlagen und Methoden, ihrer Endziele und Anwendungen

I. Wissenschaft und Hypothese. Von †Henri Poincaré-Paris. Deutsch von L. und F. Lindemann. 3. Auflage. 1914. Geb. ℳ 4.80.

Dies Buch behandelt: Zahl und Größe, den Raum, die Kraft, die Natur, die Mathematik, Geometrie, Mechanik und einige Kapitel der Physik. Zahlreiche Anmerkungen des Herausgebers geben wertvolle literarische Angaben.

II. Der Wert der Wissenschaft. Von †Henri Poincaré-Paris. Deutsch von E. u. H. Weber-Straßburg. Mit einem Bildnis des Verfassers. 2. Aufl. 1910 Geb. ℳ 3.60.

Der geistvolle Verfasser gibt einen Überblick über den heutigen Stand der Wissenschaft und über ihre allmähliche Entwicklung und ihre künftigen Fortschritte.

III. Mythenbildung und Erkenntnis. Eine Abhandlung über die Grundlagen der Philosophie. Von G. F. Lipps-Leipzig. 1907. Geb. ℳ 5.—

Der Verfasser zeigt, daß erst durch die Widersprüche, die mit dem naiven, zur Mythenbildung führenden Verhalten unvermeidlich verknüpft sind, der Mensch auf die Tatsache aufmerksam wird, daß sein Denken die Quelle der Erkenntnis ist — er wird kritisch und gelangt zur kritischen Weltbetrachtung.

IV. Die nichteuklidische Geometrie. Historisch-kritische Darstellung ihrer Entwicklung. Von R. Bonola-Pavia. Deutsch von H. Liebmann. 1908. Geb. ℳ 5.—

Will Ziele und Methoden der nichteuklidischen Geometrie auch denen verständlich machen, die mit nur elementaren mathematischen Vorkenntnissen ausgestattet sind.

V. Ebbe und Flut sowie verwandte Erscheinungen im Sonnensystem. Von G. H. Darwin-Cambridge. Deutsch von A. Pockels. 2. Aufl. Mit 52 Illustrationen. 1911. Geb. ℳ 8.—

Nach einer Übersicht über die Erscheinungen der Ebbe und Flut, der Seeschwankungen, der besonderen Flutphänomene sowie der Beobachtungsmethoden werden in sehr anschaulicher, durch Figuren erläuterter Weise die fluterzeugenden Kräfte, die Theorien der Gezeiten sowie die Herstellung von Gezeitentafeln erklärt.

VI. Das Prinzip der Erhaltung der Energie. Von M. Planck-Berlin. 3. Auflage. 1913. Geb. ℳ 6.—

Behandelt die historische Entwicklung des Prinzips von seinen Uranfängen bis zu seiner allgemeinen Durchführung in den Arbeiten von Mayer, Joule, Helmholtz, Clausius, Thomson; die allgemeine Definition des Energiebegriffs, die Formulierung des Erhaltungsprinzips nebst einer Übersicht und Kritik über die versuchten Beweise.

VII. Grundlagen der Geometrie. Von D. Hilbert-Göttingen. 4. Auflage. 1913. Geb. ℳ 6.—

Ein Versuch, für die Geometrie ein vollständiges und möglichst einfaches System von Axiomen aufzustellen und aus demselben die wichtigsten geometrischen Sätze in der Weise abzuleiten, daß dabei die Bedeutung der verschiedenen Axiomgruppen und die Tragweite der aus ihnen zu ziehenden Folgerungen klar zutage tritt.

VIII. Geschichte der Psychologie. Von O. Klemm-Leipzig. 1911. Geb. ℳ 8.—

Eine Darstellung der Psychologie in ihrer geschichtlichen Entwicklung, die zugleich den Wert der Probleme der modernen Psychologie aufzeigt und so ein sachliches Eindringen in diese Probleme vorbereitet.

IX. Erkenntnistheoretische Grundzüge der Naturwissenschaften und ihre Beziehungen zum Geistesleben der Gegenwart. Von P. Volkmann-Königsberg i. Pr. 2. Auflage. 1910. Geb. ℳ 6.—

Die sichtliche Zunahme der erkenntnistheoretischen Interessen auf allen Gebieten der Naturwissenschaften veranlaßt den Verfasser, seine späteren erkenntnistheoretischen Untersuchungen in die Grundzüge einzuarbeiten und damit eine weitere Durcharbeitung des gesamten für ihn in Betracht kommenden Gegenstandes zu versuchen.

X. Wissenschaft und Religion in der Philosophie unserer Zeit. Von É. Boutroux-Paris. Deutsch von E. Weber-Straßburg i. E. 1910. Geb. ℳ 6.—

Boutroux zeigt uns in klarer und anschaulicher Weise die Ideen einiger der größten Denker über die Beziehungen zwischen Wissenschaft und Religion.

XI. Probleme der Wissenschaft. Von E. Enriques-Bologna. Deutsch von K. Grelling. 2 Teile

I. Wirklichkeit und Logik. 1910. Geb. ℳ 4.—

II. Die Grundbegriffe d. Wissenschaft. Geb. ℳ 5.—

Der Verfasser entwickelt durch eine Analyse der Fragen der Logik und Psychologie eine neue Theorie der Erkenntnis, dabei die verschiedenen Zweige der Wissenschaft, von der Mathematik bis zur Biologie, Wirtschaftslehre und Geschichte berührend.

XII. Die log. Grundlagen der exakt. Wissenschaften. Von P. Natorp-Marburg. 1910 Geb. ℳ 6.60.

Das Buch, das gleichsam eine nach modernen Begriffen reformierte „Kritik der reinen Vernunft" darstellt, versucht eine in den Hauptzügen vollständige Philosophie der exakten Wissenschaften zu bieten, wobei ein strenger Systemzusammenhang, der von den logischen durch die mathematischen zu den mechanischen Prinzipien und damit zu denen der gesamten Physik herabreicht, angestrebt ist.

XIII. Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft. Von H. Hausrath-Karlsruhe. 1911. Geb. ℳ 5.—

Ausgehend von den natürlichen Bedingungen der Vegetationsformen sucht der Verfasser die Fragen nach den Wandlungen und der künftigen Gestaltung der deutschen Landschaft aufzuklären, indem er vom Ende der Eiszeiten an dem Wechsel in der Verteilung von Wald, Moor usw. nachgeht und seine wahrscheinlichen Gründe feststellt.

XIV. Das Weltproblem vom Standpunkte des relativistisch. Positivismus aus. Von J. Petzoldt-Charlottenburg. 2. Aufl. 1912. Geb. ℳ 3.—

Vom Standpunkte des relativistischen Positivismus sucht der Verfasser auf neuen Wegen und zum Teil mit neuen Hilfsmitteln die Geschichte der Philosophie als eine sinnvolle Geschichte eines vorwissenschaftlichen, ursprünglich unvermeidlich gewesenen Irrtums des menschlichen Denkens verständlich zu machen und nach seiner Überwindung die Frage nach dem Wesen der Welt als unlogische überhaupt auszuschalten.

XV. Wissenschaft u. Wirklichkeit. Von M. Frischeisen-Köhler-Berlin. 1912. Geb. ℳ 8.—

Das Buch, das aus umfassenderen Studien über die philosophischen Grundlagen der Natur- und Geisteswissenschaften hervorgegangen ist, gibt eine neue Grundlage des kritischen Realismus.

XVI. Das Wissen der Gegenwart in Mathematik und Naturwissenschaften. Von É. Picard-Paris. Deutsch von F. u. L. Lindemann. 1913. Geb. ℳ 6.—

Der Verfasser hat versucht, in diesem Buche eine zusammenfassende Übersicht über den Stand unseres Wissens in Mathematik, Physik und Naturwissenschaften in den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts zu geben.

XVII. Wissenschaft und Methode. Von H. Poincaré-Paris. Deutsch von F. und L. Lindemann-München. 1914. Geb. ℳ 6.—

Eine summarische und getreue Darstellung des gegenwärtigen Zustandes der Wissenschaften, ihrer Methoden und Tendenzen, der einige historische Bemerkungen vorangehen.

XVIII. Probleme der Sozialphilosophie. Von R. Michels-Basel. 1914. Geb. ℳ 4.80.

Bezweckt eine eindringliche Untersuchung der im Mittelpunkt der soziologischen Forschung stehenden Probleme, wie: Cooperation, Solidarität, Kastenbildung.

XIX. Ethik als Kritik der Weltgeschichte. Von A. Görland-Hamburg. 1914. Geb. ℳ 7.50.

Dieses Buch ist keine systematisierte Tugendlehre, sondern es baut unmittelbar auf die praktischen Konsequenzen auf, die sich aus der Kritik der Weltgeschichte und des gesellschaftlichen Lebens der Gegenwart ergeben.

XXI. Die Grundlagen der Psychologie. Von Th. Ziehen-Wiesbaden. In 2 Teilen. 1914. [U. d. Pr.]

Weitere Bände in Vorbereitung.

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Digitized by Google

Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geh. M. 1.— Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens **in Leinwand geb. M. 1.25**

Jeder Band ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich. — Werke, die mehrere Bände umfassen, sind auch in einem Band gebunden vorrätig

Biologie. Zoologie

Die Welt der Organismen. In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt. Von Prof. Dr. K. Lampert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)

Allgemeine Biologie. Einführung in die Hauptprobleme der organischen Natur. Von Prof. Dr. H. Miehe. 2. Aufl. Mit ca. 40 Figuren. (Bd. 130.)

Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander. Von Prof. Dr. K. Kraepelin. 2. Aufl. 2 Bände auch in 1 Band gebunden. Band I: Die Beziehungen der Tiere zueinander. Mit 64 Abb. (Bd. 426.) Band II: Die Beziehungen der Pflanzen zueinander und zur Tierwelt. Mit 68 Abb. (Bd. 427.)

Experimentelle Biologie. Von Dr. C. Thesing. Mit Abb. 2 Bände auch in 1 Band gebunden. Band I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.) Band II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. (Bd. 337.)

Einführung in die Biochemie. Von Prof. Dr. W. Löb. (Bd. 352.)

Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. R. Hesse. 4. Aufl. Mit 37 Figuren. (Bd. 39.)

Experimentelle Abstammungs- u. Vererbungslehre. Von Dr. H. Lehmann. (Bd. 379.)

Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. E. Teichmann. 2. Aufl. Mit 7 Abb. u. 4 Doppeltafeln. (Bd. 70.)

Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. Von weil. Privatdozent Dr. K. Hennings. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)

Tiere der Vorwelt. Von Prof. Dr. O. Abel. Mit 31 Abb. (Bd. 399.)

Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)

Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Fr. Knauer. Mit 37 Figuren. (Bd. 148.)

Die Fortpflanzung der Tiere. Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)

Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der Wirbeltiere. Von Prof. Dr. W. Lubosch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)

Die Stammesgeschichte unserer Haustiere. Von Prof. Dr. C. Keller. Mit 28 Figuren. (Bd. 252.)

Tierzüchtung. Von Dr. G. Wilsdorf. (Bd. 369.)

Die Milch und ihre Produkte. Von Dr. A. Reitz. (Bd. 326.)

Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Prof. Dr. K. Eckstein. 2. Aufl. Mit 51 Figuren. (Bd. 18.)

Deutsches Vogelleben. Von Prof. Dr. A. Voigt. (Bd. 221.)

Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. W. R. Eckardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)

Die Ameisen. Von Dr. Fr. Knauer. Mit 61 Figuren. (Bd. 94.)

Die Urtiere. Eine Einführung in die Wissenschaft vom Leben. Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. 2. Aufl. Mit 43 Abb. (Bd. 160.)

Korallen und andere gesteinbildende Tiere. Von Prof. Dr. W. May. Mit 45 Abb. (Bd. 231.)

Das Meer, seine Erforschung und sein Leben. Von Prof. Dr. O. Janson. 3. Aufl. Mit 40 Abb. (Bd. 30.)

Das Süßwasser-Plankton. Von Prof. Dr. O. Zacharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)

Das Aquarium. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Figuren. (Bd. 335.)

Entwicklungsgeschichte des Menschen. Von Dr. A. Heilborn. Mit 60 Abb. (Bd. 388.)

Bau u. Tätigkeit d. menschlichen Körpers. Von Prof. Dr. H. Sachs. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 32.)

Die Anatomie des Menschen. Von Prof. Dr. K. v. Bardeleben. 6 Bände. Mit zahlr. Abb. (Bd. 418—423.)

I. Teil: Zellen- und Gewebelehre. Entwicklungsgeschichte der Körper als Ganzes. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 418.)

II. Teil: Das Skelett. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 419.)

III. Teil: Das Muskel- und Gefäßsystem. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 420.)

IV. Teil: Die Eingeweide (Darm-, Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorgane). 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 421.)

V. Teil: Nervensystem und Sinnesorgane. Mit Abb. (Bd. 422.)

VI. Teil: Statik und Mechanik des menschlichen Körpers. Mit 20 Abb. (Bd. 423.)

Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele in gesundem und krankem Zustande. Von Prof. Dr. R. Zander. 2. Aufl. Mit 27 Figuren. (Bd. 48.)

Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. H. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Die fünf Sinne des Menschen. Von Prof. Dr. J. K. Kreibig. 2. Aufl. Mit 39 Abb. (Bd. 27.)

Die krankheiterregenden Bakterien. Von Privatdozent Dr. M. Loehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)

Das Mikroskop. Von Prof. Dr. W. Scheffer. Mit 99 Abb. 2. Aufl. (Bd. 35.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Digitized by Google

Stanford University Libraries
3 6105 014 603 641

DATE DUE

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
3 6105 034 403 843

QL
805
H58
v. 2

DATE DUE

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004

Digitized by Co